

Control biológico de trips en el cultivo de frutilla del noreste de la provincia de Buenos Aires: tasa de depredación de *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) y su interacción con *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae).

Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires, Área Producción Vegetal

Escuela para Graduados Alberto Soriano, Facultad de Agronomía

David Elber Núñez Naranjo

Ing. Agrónomo (Universidad Central del Ecuador, 2009)

**Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores
(CEPAVE, CCT La Plata CONICET-UNLP)**



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano
Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires

COMITÉ CONSEJERO

DIRECTOR DE TESIS: (Firma)

Nancy Mabel Greco

Licenciado en Biología (Orientación Zoología) (UNLP)

Doctor en Ciencias Naturales (UNLP)

CO-DIRECTOR: (Firma)

María Gabriela Luna

Licenciado en Biología (Orientación Zoología) (UNLP)

Doctor en Ciencias Naturales (UNLP)

Fecha de defensa de Tesis: Jueves 22 de Septiembre del 2016

JURADO DE TESIS

María Laura de Wysiecki
Doctora en Ciencias Naturales
CEPAVE UNLP

Eduardo Virla
Doctor en Biología (orientación Zoología)
CONICET

Dra. Silvia López
Doctora en Biología
CONICET-UBA

DEDICATORIA

Con profundo amor a todos los miembros de mi familia, de manera especial a mis hijos Danielita y Matías, a mi esposa Nelly, mi madre Lourdes, mis hermanos Luis y Anita y mi tía Luisa.

A todos los que creemos en un mundo limpio, libre de contaminación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la dicha de vivir rodeado de seres espectaculares en mi familia.

A Toda mi familia por el apoyo recibido en toda mi vida, especialmente en esta época especial en mi vida.

A mi esposa Nelly por todo el apoyo, paciencia y amor brindados en todos estos años.

A mis hijos Danielita y Matías por ser la luz de mi vida y motivarme a superarme día a día.

A mi madre Lourdes por ser mi fuente de vida, brindándome su apoyo y amor incondicional en cada momento.

A mis hermanos Luis y Anita por su ejemplo, apoyo y amor.

A mi tía Luisi por su amor, apoyo y confianza, pero sobre todo por creer en mí.

A mi abuelo Luis, por estar ahí desde mi niñez apoyándome indirectamente en todo, y más aún espiritualmente en estos últimos cuatro años.

A todo el personal del CEPAVE (La Plata, Argentina), al grupo de Ecología de Plagas y Control Biológico por su apoyo y confianza brindada en la ejecución de este trabajo, especialmente a las Doctoras Nancy Greco y María Gabriela Luna quienes hicieron posible el diseño, ejecución y finalización de esta investigación, pero sobre todo por su gran espíritu de colaboración, profesionalismo y don de persona que me permitieron aprender cosas maravillosas para mi vida. A las Doctoras Margarita Rocca, Claudia Cédola y Mariana Pascua, por brindarme todo su apoyo y colaboración.

A mis amigos que me brindaron su apoyo, especialmente a Cristian, Oscar, Joel y varios docentes del COTAESG.

DECLARACIÓN

Declaro que el material incluido en esta tesis es, a mi mejor saber y entender, original producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifique explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no lo he presentado, en forma parcial o total, como una tesis en ésta u otra institución.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Declaraciòn	v
Índice de Tablas	viii
Índice de Figuras	ix
Resumen	xii
Abstract	xiii
Capítulo I. Introducciòn	1
I.1. Sistema de estudio: el cultivo, la plaga y los depredadores	1
I.1.1. El cultivo de frutilla	1
I.1.2. La plaga <i>Frankliniella occidentalis</i> , presa principal de <i>Orius insidiosus</i>	8
I.1.3. La plaga <i>tetranychus urticae</i> , presa alternativa para <i>O. insidiosus</i> y principal para <i>Neoseiulus californicus</i>	11
I.1.4. El depredador <i>Orius insidiosus</i>	13
I.1.5. El depredador <i>Neoseiulus californicus</i>	17
I.2. Marco teórico de la investigación, hipótesis y objetivos	21
Capítulo II. Metodología	25
II.1. Identificación taxonómica de los trips y descripción de la abundancia poblacional	25
II.2. Establecimiento de colonias de artrópodos en el laboratorio	26
II.3. Tasa de consumo de <i>O. insidiosus</i> sobre su presa principal <i>F. occidentalis</i>	30
II.4. Tasa de consumo de arañuelas, <i>T. urticae</i> , por el depredador <i>O. insidiosus</i>	31
II.5. Depredación intragremio (DIG) entre <i>O. insidiosus</i> y <i>N. californicus</i>	32
II.6. Control biológico de <i>F. occidentalis</i> por <i>O. insidiosus</i> a semicampo	34

II.7. Efecto de la DIG sobre el control de <i>T. urticae</i>	35
Capítulo III. Resultados	37
III.1. Especies/s de trips en el cultivo de frutilla del noreste de la Provincia de Buenos Aires y descripción de la abundancia poblacional.	37
III.2. Tasa de consumo de <i>O. insidiosus</i> sobre su presa principal, <i>F. occidentalis</i>	39
III.3. Tasa de consumo de arañuelas, <i>T. urticae</i> , por el depredador <i>O. insidiosus</i>	40
III.4. Depredación intragremio de <i>O. insidiosus</i> sobre <i>N. californicus</i>	41
III.5. Control biológico de <i>F. occidentalis</i> por <i>O. insidiosus</i> a semicampo	46
III.6. Efecto de la depredación intragremio sobre el control biológico de <i>T. urticae</i>	47
Capítulo IV. Discusión	51
Bibliografía	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I	Tasa de consumo (proporción promedio \pm error estándar) de una hembra adulta y una ninfa de tercer estadio de <i>O. insidiosus</i> sobre adultos y ninfas de <i>F. occidentalis</i> luego de 24 h.	40
Tabla II	Resultados del ANOVA de dos factores para la tasa de consumo de huevos, ninfas y adulto de <i>T. urticae</i> por hembras y ninfas del depredador <i>O. insidiosus</i> .	40
Tabla III	Promedio \pm DE de la tasa de consumo de <i>O. insidiosus</i> (número de individuos consumidos por depredador por día) sobre hembras adultas, ninfas y huevos de <i>T. urticae</i> bajo condiciones de laboratorio.	41
Tabla IV	Tasa de consumo de <i>O. insidiosus</i> sobre hembras, ninfas y huevos de <i>N. californicus</i> en densidades (1:5) y (1:8), (promedio \pm error estándar).	44
Tabla V	Valores del Índice de preferencia α de Mainly para hembras adultas y ninfas de <i>O. insidiosus</i> coniferentes estados de <i>N. californicus</i> ofrecidos como presas.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Morfología de la planta de frutilla	1
Figura 2	Frutos de <i>Fragaria virginiana</i> , <i>F. chiloensis</i> y el híbrido <i>F. x ananassa</i>	2
Figura 3	Producción de frutilla bajo micro túneles	3
Figura 4	Zonas productoras de frutilla en la Argentina	5
Figura 5	Principales enfermedades en frutilla: a) <i>Botrytis cinérea</i> b) <i>Colletorichum gloeosporoides</i> c) <i>Phytophthora fragariae</i> d) <i>Oidium sp.</i> e) <i>Rhizoctonia sp.</i> f) <i>Mycosphaerella fragariae</i>	6
Figura 6	Principales insectos plaga en el cultivo de frutilla: a) <i>Tetranychus urticae</i> b) <i>Aphis gossypii</i> c) <i>Myzus persicae</i> d) <i>Lobiopa insularis</i> e) <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y f) <i>Frankliniella occidentalis</i>	6
Figura 7	Ciclo biológico de trips <i>Frankliniella occidentalis</i>	9
Figura 8	Daños causados por trips en frutilla. A) Flor sana B) Flor con síntomas iniciales de ataque de trips C) Estigmas dañados D) Infrutescencia deformada por posible ataque de trips	10
Figura 9	Ciclo de vida de <i>Tetranychus urticae</i>	12
Figura 10	Ciclo de vida de <i>Orius insidiosus</i>	15
Figura 11	Genitalia de la hembra y el macho de <i>Orius insidiosus</i>	15
Figura 12	Adulto de <i>Orius insidiosus</i> depredando un adulto de <i>Frankliniella occidentalis</i>	17
Figura 13	Ciclo de vida de <i>Neoseiulus californicus</i>	18
Figura 14	Esquemas simplificados de interacciones de (a) depredación y (b) depredación intragremio (DIG) entre artrópodos herbívoros y depredadores en el cultivo de frutilla del NE de la provincia de Buenos Aires, Argentina	22
Figura 15	Interacciones tróficas que involucran dos plagas (<i>Tetranychus urticae</i> y <i>Frankliniella occidentalis</i>) y sus enemigos naturales (<i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Orius insidiosus</i>) en el cultivo de frutilla	23

Figura 16	Invernáculo del CEPAVE	26
Figura 17	Plantas de frutilla mantenidas en el exterior y dentro del invernáculo	27
Figura 18	Recipientes de oviposición y de eclosión para la cría de trips	28
Figura 19	Cría de <i>Orius insidiosus</i> bajo condiciones de laboratorio	29
Figura 20	Dispositivo de cría de <i>Neoseiulus californicus</i> sobre folíolos de frutilla	30
Figura 21	Unidad experimental para las pruebas de: Tasa de consumo, DIG y preferencia	31
Figura 22	Hembra adulta de <i>Neoseiulus californicus</i> depredada por una hembra adulta de <i>Orius insidiosus</i>	32
Figura 23	Unidad experimental para evaluar el Control Biológico de <i>Orius insidiosus</i> sobre <i>Frankliniella occidentalis</i> a semi campo	34
Figura 24	Especies de trips presentes en el cultivo de frutilla del CHP en el período de estudio 2012-2014. De izquierda a derecha: <i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>F. schulzei</i> y <i>Thrips tabaci</i>	37
Figura 25	Porcentaje de individuos de especies de trips presentes en lotes de frutilla del CHP durante el período 2012-2014	38
Figura 26	Abundancia de ninfas y adultos de trips en hojas maduras y flores en el cultivo de frutilla del CHP durante el período 2012-2014	38
Figura 27	Promedio (+ error estándar) de individuos de <i>Frankliniella occidentalis</i> consumidos por diferentes estados de desarrollo de <i>Orius insidiosus</i> en 24 horas	39
Figura 28	Promedio \pm error estándar del número de individuos de <i>Neoseiulus californicus</i> consumidos por una hembra adulta y una ninfa de tercer estadio de <i>Orius insidiosus</i> durante 24 horas, a dos densidades (1:5 y 1:8 depredador intragremio: presa intragremio)	42
Figura 29	Promedio \pm error estándar del número de hembras, ninfas y huevos de <i>Neoseiulus californicus</i> consumidos por una hembra adulta y una ninfa de tercer estadio de <i>Orius insidiosus</i> durante 24 horas, a dos densidades (1:5 y 1:8 depredador intragremio: presa intragremio)	43
Figura 30	Número de individuos de <i>Frankliniella occidentalis</i> vivos, de un total de 32 inicial, luego de 5 días con y sin el depredador <i>Orius insidiosus</i>	46

Figura 31	Número de adultos y ninfas de <i>Frankliniella occidentalis</i> vivas luego de cinco días de interacción (presencia-ausencia) de hembra adulta de <i>Orius insidiosus</i>	47
Figura 32	Tasa de crecimiento (r) de <i>Tetranychus urticae</i> sobre un folíolo de frutilla, en condiciones controladas de laboratorio. T1: con <i>Neoseiulus californicus</i> y una hembra de <i>Orius insidiosus</i> , T2: con <i>N. californicus</i> y una ninfa de <i>O. insidiosus</i> , T3: con <i>N. californicus</i> y sin <i>O. insidiosus</i> . Promedio \pm error estándar	48
Figura 33	Tasa de crecimiento (r) de <i>Neoseiulus californicus</i> sobre un folíolo de frutilla y en condiciones controladas de laboratorio. T1: con la presa <i>Tetranychus urticae</i> y en presencia de una hembra adulta de <i>O. insidiosus</i> , T2: con la presa <i>T. urticae</i> y en presencia de una ninfa de tercer estadio de <i>O. insidiosus</i> , T3: con la presa <i>T. urticae</i> y sin <i>O. insidiosus</i> . Promedio \pm error estándar	48
Figura 34	Tasa de crecimiento (r) de <i>Tetranychus urticae</i> en una planta de frutilla, luego de siete días en presencia de <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Orius insidiosus</i> (T1), en presencia de <i>N. californicus</i> (T2) y sin depredadores (T3). Promedio \pm Error Estandar	49
Figura 35	Tasa de crecimiento (r) de <i>Neoseiulus californicus</i> en plantas de frutilla luego de siete días de interacción con <i>Tetranychus urticae</i> , en presencia (T1) o ausencia (T2) de <i>Orius insidiosus</i> , en condiciones de semi campo. Promedio \pm error estándar	50
Figura 36	Relaciones tróficas encontradas entre fitófagos y depredadores presentes en el cultivo de frutilla. Líneas gruesas señalan interacciones fuertes y líneas delgadas indican interacciones leves	53

RESUMEN

La DIG ocurre cuando dos depredadores potenciales competidores depredan uno sobre otro o mutuamente. Se considera que la DIG puede tener efecto negativo sobre el CB y es muy común entre enemigos naturales generalistas. En el marco del control biológico (CB) de plagas en el cultivo de frutilla mediante agentes entomófagos, la presente investigación tiene como objetivo analizar la tasa de consumo de la “chinche pirata”, *Orius insidiosus*, sobre su presa principal el “trips de las flores” *Frankliniella occidentalis*, así como sobre la “arañuela de las dos manchas” *Tetranychus urticae* como presa alternativa, y sobre el depredador de arañuelas *Neoseiulus californicus*. La interacción trófica que ocurriría entre los depredadores *O. insidiosus* y *N. californicus* se denomina depredación intragremio (DIG). Las hipótesis de este trabajo son: 1) *O. insidiosus* es un buen agente de CB de trips en frutilla del noreste de la provincia de Buenos Aires; además consume a *T. urticae* como presa alternativa y a *N. californicus*, el depredador principal de esta última; 2) la interacción de DIG afecta negativamente el control de *T. urticae*. Se identificaron taxonómicamente las especies de trips y se calculó su abundancia relativa, por medio de muestreos en cuatro lotes de frutilla en el Cinturón Hortícola Platense, desde septiembre de 2012 hasta julio de 2014. Se realizaron ensayos de laboratorio para determinar la tasa de consumo de *O. insidiosus* sobre diferentes estados de *F. occidentalis*, *T. urticae* y *N. californicus*, a escala de un folíolo de frutilla. A escala de folíolo y de planta de frutilla, se evaluó el efecto de la DIG en el control de *T. urticae*. La especie de trips más frecuente fue *F. occidentalis* (78%), seguida de *F. schulzei* y *T. tabaci*. *O. insidiosus* consumió en frutilla alrededor de 19 adultos y 21 ninfas de *F. occidentalis* por día, un resultado semejante al reportado para otras plantas. Hembras y ninfas de *O. insidiosus* consumieron unos 11 adultos, 11 ninfas y 2 huevos de *T. urticae* por día, y un número menor de individuos de su presa intragremio, *N. californicus*, mostrando preferencia por ninfas y adultos (1.1 adultos, 1.15 ninfas y 0.3 huevos por día). La mortalidad de *F. occidentalis* por *O. insidiosus* fue alta y la DIG fue débil. El experimento a escala de planta reveló que la acción de *O. insidiosus* no afectó a la de *N. californicus* para la reducción de la tasa de crecimiento de *T. urticae*. El CB de trips por *O. insidiosus* sería compatible con el de *T. urticae* por *N. californicus*, ya que la DIG no lo afectaría negativamente.

Palabras clave: Control biológico, Depredación Intragremio, Depredadores, Frutilla, Plagas.

ABSTRACT

Biologic control (BC) through generalist natural enemies involves, among other possible interactions, the intraguild predation (IGP), that occurs when two potential competitor predators feed one to another or mutually. Literature points out that IGP can negatively affect BC. The aim of the present research is to analyze the consumption rate of the “pirate bug”, *Orius insidiosus*, on the “western flower thrips” *Frankliniella occidentalis*, its main prey source, the two-spotted spider mite as alternative prey, and on the spider mites predator *Neoseiulus californicus*, a main enemy of the “two-spotted spider mite” *Tetranychus urticae*, in the strawberry crop (*Fragaria x ananassa*). The working hypotheses are: 1) *O. insidiosus* is a suitable BC agent against thrips in strawberry fields located in the northeastern of Buenos Aires Province; additionally, it consumes *T. urticae* as alternative prey and *N. californicus*, the main *T. urticae* predator; 2) the IGP interaction affects negatively the *T. urticae* control. Thrips species were taxonomically identified and their relative abundance calculated, by means of sampling them in four strawberry lots located in La Plata, from September 2012 to July 2014. In the laboratory, experiments were conducted to estimate the consumption rate of *O. insidiosus* over different developmental stages of *F. occidentalis*, *T. urticae* and, *N. californicus*, at strawberry leaflet. At leaflet and plant scale, IGP effect on the *T. urticae* control was evaluated. The most abundant thrips species was *F. occidentalis* (78%), followed by *F. schulzei* and *T. tabaci*. *O. insidiosus* consumed about 19 adults and 21 nymphs of *F. occidentalis* per day in strawberry, a similar result reported for other plant species. *O. insidiosus* females and nymphs preyed 11 adults, 11 nymphs and 2 eggs of *T. urticae* daily, and on less number of individuals of its intraguild prey, *N. californicus*, showing a preference for nymphs and adults (1.1 adults; 1.15 nymphs, and 0.3 eggs per day). Mortality of *F. occidentalis* by *O. insidiosus* was high and IGP was weak. At plant scale, the action of *O. insidiosus* do not affect the action of *N. californicus* for reducing *T. urticae* the growth rate. *F. occidentalis* BC by *O. insidiosus* would be compatible with *T. urticae* control by *N. californicus*, since IGP would not affect negatively the two-spotted spider mite management.

Key words: biological control, intraguild predation, predators, strawberry, plagues

CAPÍTULO I.

Introducción

I.1. Sistema de estudio: el cultivo, las plagas y los depredadores.

I.1.1. El cultivo de frutilla.

Diversas especies de frutillas se distribuyen en América, Asia y Europa. En este último continente existen referencias sobre su consumo desde los tiempos de la antigua Roma. El cultivo de las especies de fruto pequeño (*Fragaria vesca*, *F. alpina* y *F. viridis*) se extendió en Europa hasta el final del siglo XIX, momento en el que comenzaron a surgir híbridos entre las especies europeas y las americanas de frutos grandes (*F. chiloensis* y *F. virginiana*), dando origen a los híbridos con frutos de mayor tamaño (Joublan y Veraga 2003).

Fragaria x ananassa es la especie más cultivada en la actualidad en la zona sur del continente americano. Proviene del cruce entre *F. virginiana* y *F. chiloensis*. La especie *F. virginiana*, se cultiva especialmente en Ecuador, Bolivia y Perú y se adapta a diferentes climas, desde el tropical hasta templado con estacionalidad marcada (Miserendino 2010).

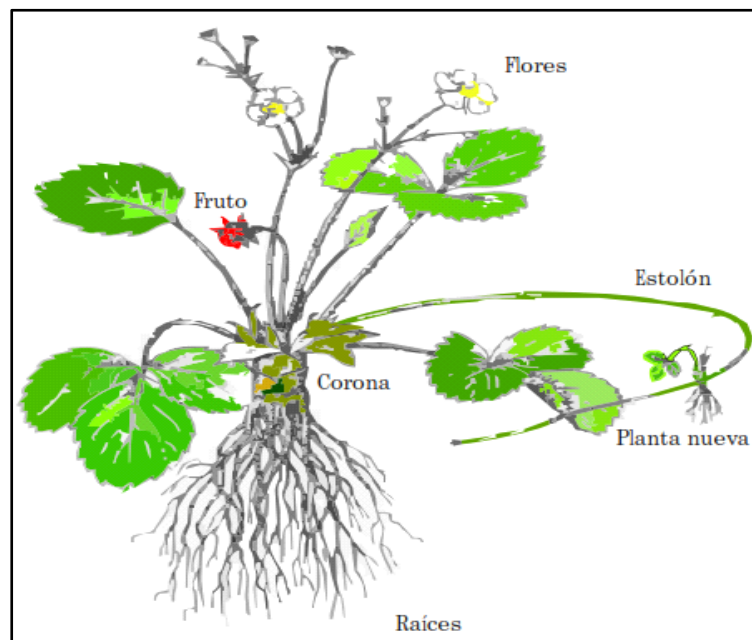


Figura 1. Morfología de la planta de frutilla.

Fuente: Hennig *et al.* 2011.

La planta de frutilla (Fig. 1) posee una raíz fasciculada, un tallo flexible del cual se desarrollan los estolones, hojas e inflorescencias. Las hojas son pinnadas, trifoliadas, con estípulas en su base, de color verde oscuro y con una alta densidad de estomas para poder realizar su intensa transpiración (Angulo 2009). Los estolones o tallos rastreros tienen la capacidad de emitir raíces a partir del segundo nudo. Un estolón puede formar de cuatro a seis plantas y de cada corona pueden salir 10 a 12 estolones (Sudzuki 1992; Giaconi y Escraff 1998; Pritts y Handley 1999).

Las flores son hermafroditas, con cinco pétalos ovales de color blanco y el cáliz está formado por cinco sépalos persistentes que se agrupan en inflorescencias que poseen un solo eje primario. La polinización es predominantemente cruzada y realizada por insectos.

La infrutescencia (Fig. 2) está compuesta por el receptáculo carnoso muy desarrollado y numerosos aquenios periféricos, y posee forma variable, de globosa a cónica, con o sin cuello (Angulo 2009).

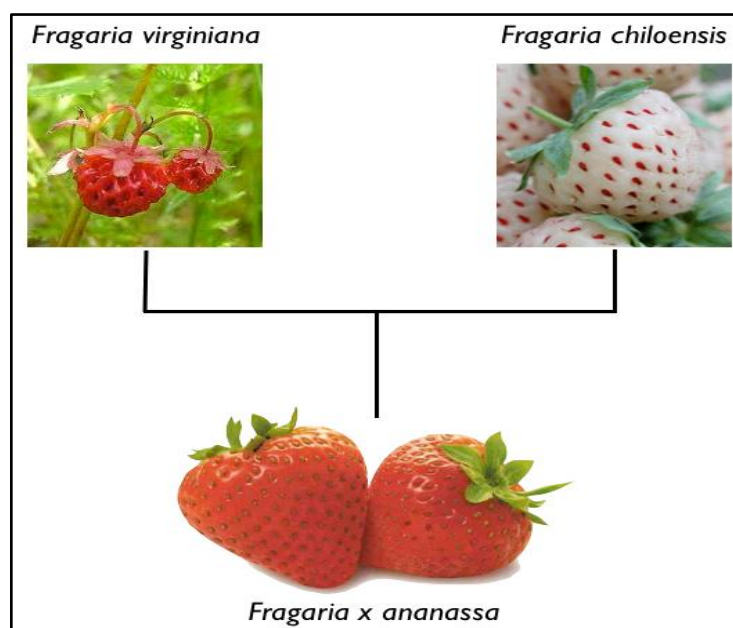


Figura 2. Frutos de *Fragaria virginiana*, *F. chiloensis* y el híbrido *F. x ananassa*.

El desarrollo vegetativo y reproductivo de esta planta responde a los cambios de temperatura y fotoperíodo, adaptándose a muchos climas, tolerando temperatura bajas, pero no bajo cero, ya que las heladas producen un deterioro notable en su sistema reproductor (Angulo 2009).

Según su adaptación a la temperatura y fotoperíodo, el cultivo de frutilla presenta variedades clasificadas como: a) neutras o re-florescentes, en las que la inducción de las yemas florales se produce entre los 8 y 25 ° C y con fotofases superiores a 13-14 horas; y b) de día corto, donde la inducción se produce entre los 8 y 24 ° C y con fotofases menores a 13-14 horas. En las variedades de día corto, las altas temperaturas y los días largos (> de 12 horas de heliofanía) producen un crecimiento

vegetativo excesivo (Mitidieri y Zembo 2010). Por lo tanto, en la Argentina, las variedades de día corto son cultivadas en zonas de menor latitud, principalmente en las provincias de Santa Fe y Tucumán, mientras que, las variedades de día neutro son cultivadas en el sur de la provincia de Buenos Aires y en la Patagonia.

Los cultivos del centro-sur del país abarcan una superficie aproximada de 200 ha y los del norte ocupan una extensión mayor, de alrededor de 1 000 ha (Miserendino 2010).

En la Argentina, la producción de frutilla puede ser anual o bianual (Angulo 2009), y se la puede realizar bajo invernáculo, en túneles o a cielo abierto, aunque actualmente el cultivo protegido es el más común (Gugole Ottaviano 2012) (Fig. 3).



Figura 3. Producción de frutilla bajo micro túneles.

Previo a la implantación del cultivo, se utiliza plástico negro (de 30 micrones) o “mulching”, sobre los camellones para el control de malezas y la conservación de la humedad del suelo. Además esta práctica permite obtener una fruta más limpia y con mejor aspecto, al evitar el contacto con la tierra. El riego se practica en general por goteo, el cual es más eficiente debido a que aumenta los rendimientos y ahorra el consumo de agua (Henning *et al.* 2011; Miserendino 2010).

Producción en Argentina

De acuerdo a la FAO, la producción mundial de frutilla ha superado los 4 millones de toneladas desde el año 2007 (Gugole Ottaviano 2012). Los principales productores son Estados Unidos, con el 28% de la producción mundial, y le siguen en orden de importancia Turquía, España, Egipto, Corea del Sur, México y Polonia (Wu *et al.*

2012). Entre los principales países importadores se encuentran Alemania y Francia, que concentran el 60% de la demanda internacional (SAGARPA 2005).

En la Argentina, existen tres zonas principales de producción de frutilla, con características bien definidas (Fig. 4): una *Zona Norte*, que abarca las provincias de Tucumán, Santa Fe (siendo Coronda la localidad más importante) y Corrientes, su producción es de invierno y primavera; la *Zona Centro*, donde se localizan los Cinturones Hortícolas de La Plata, Gran Buenos Aires y Mar del Plata, y su producción se realiza principalmente desde fines de verano a la primavera de un mismo año; y la *Zona Sur*, que contempla las provincias de Mendoza, La Pampa y las provincias patagónicas, siendo su período de producción estivo-otoñal. La Argentina produce 30 000 toneladas anuales de frutillas de primer año, de las cuales el 40% corresponde a la provincia de Tucumán, otro 30% a la localidad de Coronda, y el resto a provincias Corrientes (6%), Buenos Aires (15%), Mendoza (1%) y del sur del país (8%) (Del Huerto 2012). En 2013, Buenos Aires incrementó la superficie de producción, duplicando los valores obtenidos en el 2012 (Lefebvre *et al.* 2013; Seidán 2014).

La frutilla se comercializa como fruta fresca en los mercados concentradores de todo el país, siendo el principal acopiador el Mercado Central de Buenos Aires (Seidán 2014), que recibe el 90% de la producción total proveniente de Buenos Aires, Santa Fe y Tucumán (Seidán 2014). Este mercado es el que determina su precio en función de la oferta y la demanda, siendo menor durante los meses de julio a noviembre, cuando converge gran parte de la producción del país (Adlercreutz 2013).

La exportación argentina de frutilla congelada es una actividad menor. El principal destino es Estados Unidos, con una participación aproximada del 58%. Otros destinos importantes son Brasil (31%), Canadá y Japón siendo Tucumán la provincia que aporta el 70% de los niveles de esta exportación (Ploper 2013; Seidán 2014). La exportación en 2012 fue un 46% inferior en volumen al año 2011, alcanzando un total de 4 955 toneladas, de acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), y se ha mantenido en el año 2013.

En el Cinturón Hortícola de La Plata (CHP), perteneciente a la Zona Centro (provincia de Buenos Aires), según datos oficiales del Censo Provincial Hortiflorícola del año 2005, la superficie total del cultivo de frutilla fue de 6,3 ha, y la producción a cielo abierto y bajo cubierta (túnel e invernáculo) de 68,4 toneladas. Esta producción compite en el mercado con la de Tucumán y Coronda en primavera, y con la de Mar del Plata en verano, y se comercializa principalmente en el mercado interno (Gugole Ottaviano 2012). El CHP se caracteriza por la existencia de pequeños y medianos productores (7 ha promedio), la mayoría de los cuales (61,2%) no son propietarios de la tierra sino arrendatarios (Hang *et al.* 2010).



Figura 4. Zonas productoras de frutilla en la Argentina.

Fuente: Gugole Ottaviano 2012.

Enfermedades y plagas

El cultivo es atacado por varias enfermedades. Si bien no son objeto de esta Tesis, merecen ser mencionados: el “moho gris” *Botrytis cinerea* Pers (Helotiales: Sclerotiniaceae), “antracnosis” *Colletotrichum gloeosporioides* Pers (Glomerellales: Glomerellaceae), “podrición de la corona” *Phytophthora fragariae* Hickman (Peronosporales: Pythiaceae), “mildiu polvoso” *Oidium* sp. y *Sphaerotheca* sp. (Erysiphales: Erysiphaceae), “podrición de raíces” *Rhizoctonia* sp. (Agonomycetales: Agonomycetaceae) y la “viruela” *Mycosphaerella fragariae* Tul (Mycosphaerellales: Mycosphaerellaceae) (Fig. 5) (Angulo 2009; Gugole Ottaviano 2012; Henning *et al.* 2011).



Figura 5. Principales enfermedades en frutilla: a) *Botrytis cinerea* b) *Colletotrichum gloeosporioides* c) *Phytophthora fragariae* d) *Oidium* sp. e) *Rhizoctonia* sp. f) *Mycosphaerella fragariae*.

En cuanto a las plagas, los artrópodos herbívoros que aparecen frecuentemente en el cultivo y se considera que causan daño económico son: la arañuela de las dos manchas (*T. urticae*), los trips (principalmente *F. occidentalis*), la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (West) (Hemiptera: Aleyrodidae), y los pulgones, tales como el pulgón de algodón *Aphis gossypii* Glover, el pulgón de la papa *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), el pulgón verde del duraznero *Myzus persicae* (Sulzer) y el pulgón amarillo de la frutilla *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell) (Hemiptera: Aphidae). También, cuando la cosecha es tardía o deficiente, el escarabajo de la savia de la frutilla *Lobiopa insularis* (Castelnau) (Coleoptera: Nitidulidae) puede ocasionar pérdidas económicas (Fig. 6) (Angulo 2009; Gugole Ottaviano 2012; Henning *et al.* 2011; Seidán 2014).

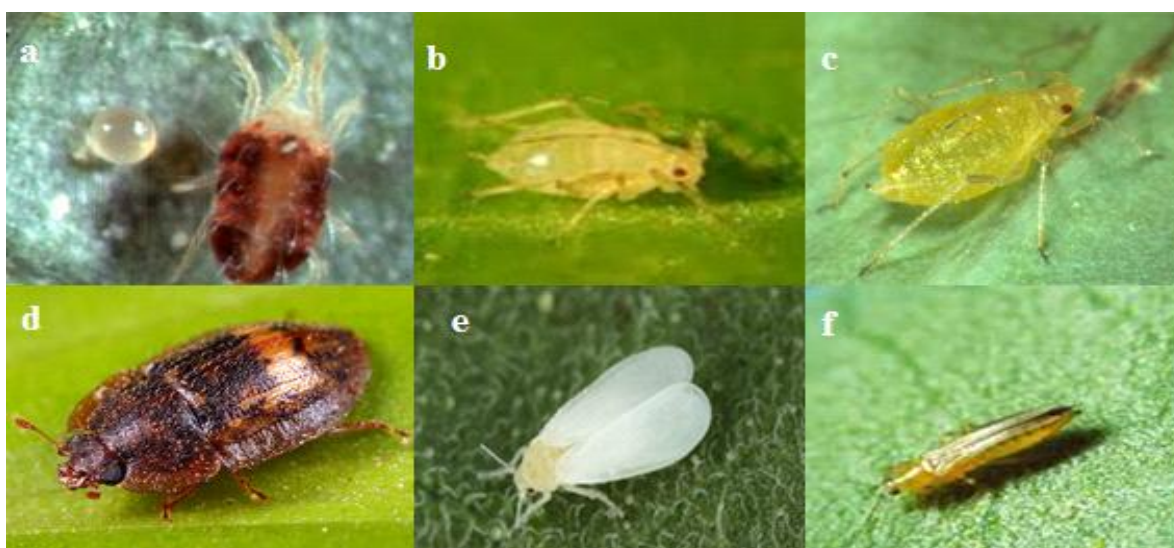


Figura 6. Principales insectos plaga en el cultivo de frutilla: a) *Tetranychus urticae* b) *Aphis gossypii* c) *Chaetosiphon fragaefolii* d) *Lobiopa insularis* e) *Trialeurodes vaporariorum*, y f) *Frankliniella occidentalis*.

Para el control de estas plagas, así como para el de otras en distintos cultivos hortícolas de la Argentina, se emplean mayormente plaguicidas químicos de amplio espectro (Polack *et al.* 2008), cuyo uso genera elevados niveles de contaminación ambiental (Pimentel y Greiner 1997). El uso desmedido de plaguicidas en la horticultura afecta directamente la salud humana por el consumo de frutas y verduras contaminadas y causa problemas ecológicos, entre los que pueden mencionarse la reducción de la diversidad de especies, la resistencia de las plagas, la aparición de plagas secundarias, la modificación o disrupción de las interacciones existentes entre las plagas y sus enemigos naturales (Gabarra 2002).

En el marco del Manejo Integrado de Plagas el control biológico por medio de artrópodos depredadores y parasitoides es una estrategia de amplio uso en varias regiones del mundo que ha contribuido a disminuir el uso de plaguicidas (Jervis 2005; Kogan y Jepson 2007; Thompson 1998, van Lenteren 2011).

El control biológico consiste en la utilización de enemigos naturales para reducir el daño causado por las plagas. A nivel mundial se comercializan aproximadamente unas 230 especies de artrópodos para el manejo de distintas plagas agrícolas (van Lenteren 2011). En América Latina existen programas de control biológico en ejecución, principalmente en Brasil, Chile, Colombia y México. En la Argentina, el interés por el mismo es creciente (Bueno 2005), y se conocen algunos ensayos preliminares de liberaciones aumentativas de agentes de biocontrol en cultivos hortícolas, como por ejemplo de los himenópteros parasitoides *Encarsia formosa* Gahan y *Eretmocerus mundus* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae) para el control de *Bemisia tabaci* Gennadius en pimiento, tomate y cucurbitáceas, (Cáceres *et al.* 2004; Botto *et al.* 1997); del ácaro depredador *Neoseiulus californicus* para el control de la arañuela de las dos manchas *T. urticae* en pimiento y frutilla, y de la chinche depredadora *O. insidiosus* para el control del trips de las flores *F. occidentalis* (González *et al.* 1992; Polack *et al.* 2008; Lefebvre *et al.* 2013). Recientemente, una biofábrica ha comenzado a producir y comercializar *O. insidiosus* y *Aphidius colemani* Dalman (Hymenoptera: Braconidae) en la provincia de Buenos Aires (Brometán S.R.L.).

El cultivo de frutilla es importante dentro de la producción fruti-hortícola en la Argentina, tanto para consumo interno como para exportación (Molina *et al.* 2007). Como ya se explicó anteriormente, en este cultivo las plagas principales son la “arañuela roja o arañuela de las dos manchas”, *T. urticae* y los trips, principalmente *F. occidentalis* (SINAVIMO 2014; Angulo 2009; Greco *et al.* 2011; Gugole Ottaviano 2012; Henning *et al.* 2011; Seidán 2014). La plaga clave, *T. urticae* posee como principal enemigo natural al depredador *N. californicus*, y existe un protocolo de manejo para conservar sus poblaciones en el Cinturón Hortícola de La Plata (CHP), en el NE de la provincia de Buenos Aires (Greco *et al.* 2011). El “trips de las flores”, *F. occidentalis*, es una especie frecuente del cultivo de frutilla a nivel mundial (Atakan 2011). En la provincia de Buenos Aires no han sido determinadas las especies de trips presentes en este cultivo, ni su abundancia relativa. Al igual que para otros cultivos, el control químico es la herramienta más utilizada en la Argentina para esta plaga; aunque resulta muchas veces ineficaz debido al hábito de ocultamiento de los trips en las flores.

El control biológico a través del uso de enemigos naturales para el control de trips y de arañuelas es una estrategia que se utiliza en numerosos países (Gonzales 1999), y es considerada promisorio para el manejo de plagas en la Argentina (Lefebvre *et al.*

2013). Un aspecto importante a tener en cuenta cuando se usan varios enemigos para el control biológico de una o más plagas presentes en el mismo agroecosistema, es la interacción entre los mismos.

A continuación, se presenta una síntesis de los conocimientos biológicos y ecológicos de las especies de artrópodos objetos de esta investigación.

I.1.2. La plaga *Frankliniella occidentalis*, presa principal de *O. insidiosus*

Biología y ecología de *F. occidentalis*

La especie *F. occidentalis* pertenece a la Clase Insecta, Orden Thysanoptera, Familia Tripidae. Fue originalmente descrita a partir de ejemplares recogidos en damasco, papa, naranjo y en varias plantas silvestres cohabitando sistemas agrícolas en California, Estados Unidos de América.

En América del Norte, su distribución abarca desde el sur de Canadá a México por la costa Oeste, ocurriendo en el litoral hasta altitudes de 2 400 metros. En América Central y Sur se registran en Guatemala, Costa Rica, Colombia, Perú, Argentina y Chile con mayor importancia (González 1999).

En la Argentina este tisanóptero fue detectado inicialmente en Buenos Aires, y luego sobre tomates en la provincia de Río Negro (González 1999). Se hospeda en varias plantas cultivadas y silvestres. En muestreos realizados en el CHP, Carrizo (1998a) determinó que las principales especies de plantas silvestres que actúan como hospedadoras de *F. occidentalis* son: *Conium maculatum* L., *Matricaria chamomilla* L., *Sonchus asper* L., *Solidago chilensis* M., *Taraxacum officinale* W., *Brassica campestris* L., *Raphanus sativus* L., *Dipsacum sativus* L., *Narcissus tazetta* L., *Chenopodium album* L., *Baccharis pingranea* D., *Baccharis punctulata* L., *Baccharis spicata* L., *Carduus acanthoides* L., *Cichorium intybus* L., *Eupatorium inulaefolium* H. y *Grindelia pulchella* D.

Su ciclo de vida puede durar hasta 60 días, dependiendo de las condiciones ambientales. Consiste en los estados de huevo, larva (2 estadios), prepupa, pupa y adulto (Raymond 2009) (Fig. 7). Los huevos son reniformes, transparentes al principio pero blanquecinos al momento de la eclosión. Entre el 4° ó 5° día de la oviposición emergen las primeras larvas traslúcidas, con ojos rojos. Transcurridos otros 4 a 5 días mudan al segundo estadio larval, con apéndices locomotores y antenas, de color amarillo y abdomen engrosado, que dura entre 5 a 7 días. Después de completar esa fase, la larva se deja caer al suelo para iniciar las últimas dos fases de desarrollo, prepupa y pupa (González 1999; SAGARPA 2005). Las pre-pupas son muy resistentes a las aplicaciones de insecticidas y permiten la permanencia de este insecto en los cultivos. Las hembras, que pueden vivir 45 días y llegar a medir de 1 a 2 mm, colocan hasta un total de 300 huevos en la planta (Albendín *et al.* 2009; González 1999; SAGARPA 2005; Raymond 2009).

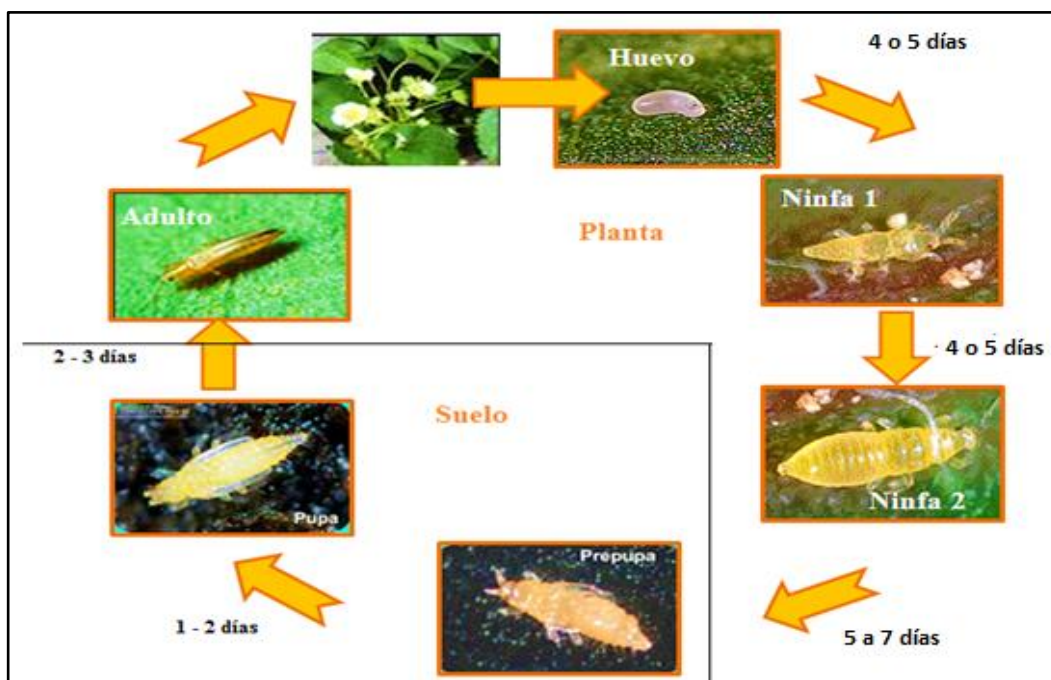


Figura 7. Ciclo biológico del trips *Frankliniella occidentalis* a temperatura promedio $25\pm 1^{\circ}\text{C}$.

En las condiciones de inviernos benignos, esta especie inverna como hembra adulta, raramente los machos toleran estas condiciones (González 1999; Furderburk 2009).

Con respecto a la morfología del adulto, la forma de verano de *F. occidentalis* se caracteriza por la coloración pardo-anaranjada del tórax, el color rojo de los ojos, abdomen con franjas marrones y anaranjadas, patas amarillentas con manchas pardas y ocelos anaranjados (Fig. 7). En invierno las hembras pueden sufrir variaciones de coloración, volviéndose más oscuras (De Santis 1994; González 1999).

Daños de *F. occidentalis* en el cultivo

Frankliniella occidentalis es mencionada como plaga en un amplio rango de plantas cultivadas es considerada, junto con *T. urticae*, una de las de mayor importancia en el cultivo de frutilla, tanto bajo cubierta como a cielo abierto, a nivel mundial (Atakan 2011). González *et al.* (1992) determinaron que el porcentaje de trips de la especie *F. occidentalis* supera significativamente a otras especies de trips encontradas en el cultivo de frutilla en la región de Valencia, España.

El ataque de *F. occidentalis* en frutilla genera el aborto de las flores, bronceado y deformación de las infrutescencias (Fig. 8). Este daño a las infrutescencias se produce cuando el insecto se alimenta de néctar y polen de las flores (Atakan 2011; González 1999; Lefebvre *et al.* 2013; Waite 2012). Los daños directos de la plaga son ocasionados por el hábito alimenticio de adultos y larvas, al raspar y succionar el contenido celular de los tejidos, que conduce a lesiones superficiales de color blanquecino o gris-plateado en la epidermis de hojas y frutos. Estas placas plateadas más tarde se necrosan, pudiendo afectar a todas las hojas y provocar la muerte de la planta. También *F. occidentalis* produce daños indirectos al cultivo, que son ocasionados por la transmisión de virosis (Alberdín *et al.* 2012; SAGARPA 2005).



Figura 8. Daños causados por trips en frutilla. A) Flor sana B) Flor con síntomas iniciales de ataque de trips C) Estigmas dañados D) Infrutescencia deformada por posible ataque de trips.

Fuente: Albendín, *et al.* 2012.

Muchos factores pueden afectar la abundancia de *F. occidentalis* en la planta (Atakan 2011). Entre ellos, se mencionan la textura y el contenido de agua del suelo, la edad del cultivo, las variaciones del micro-clima, la calidad nutricional, los mecanismos de defensa de las plantas y la presencia de enemigos naturales.

Para la producción se estima que una densidad de 25 individuos adultos de *F. occidentalis*/infrutescencia disminuye considerablemente la calidad comercial de la frutilla y acorta su conservación, haciéndolo inservible para la comercialización y exportación. Como umbral de intervención para el control de *F. occidentalis* en el cultivo de frutilla se establece un 70% de flores infestadas con tres o más individuos/flor; aunque dependiendo del mercado en el que va a ser comercializada la fruta, se puede tolerar densidades de 10-24 trips/flor (Coll *et al.* 2007). Cuando no hay flores, puede realizarse el seguimiento sobre los frutos, siendo tolerable de tres a ocho trips/fruto (Alberdín *et al.* 2012). Se recomienda relizar monitoreos o relevamientos periódicos en los diferentes órganos de la planta para conocer la abundancia de la plaga en el cultivo y tomar de decisiones sobre su control (Carrizo y Klasman 2002).

Métodos de control de *F. occidentalis*

Control químico

Las aplicaciones de productos químicos en el cultivo de frutilla para el control de *F. occidentalis* resultan en muchos casos inefficientes debido a la capacidad que poseen los trips para refugiarse en las flores de las plantas y en residuos vegetales (Albendín *et al.* 2012; Funderburk 2009). En particular el insecticida spinosad es muy usado, ya que actúa rápidamente por contacto o ingestión en un plazo de uno a tres días, manteniendo una actividad residual de hasta dos semanas (Albendín *et al.* 2012).

Medidas preventivas y técnicas culturales

Como prácticas culturales, se recomienda eliminar las plantas silvestres que se encuentran dentro y fuera del invernadero; así como los residuos del cultivo, sobre todo antes de realizar una nueva plantación, distanciando esta el máximo tiempo posible de la anterior. Además, la instalación de mallas antitrips en las aberturas de los invernáculos o microtúneles limitan la aparición, movilidad y propagación de este insecto. El tamaño de malla recomendado es de 192 μm (0,037 mm²) (Albendín *et al.* 2012).

Se pueden utilizar también trampas azules o blancas de fácil confección, de tela o placa plástica, untadas con aceite, que sirven como adherente para capturar individuos adultos.

Este método ayuda a monitorear la presencia de *F. occidentalis* en el cultivo, y consiste en colocar varias trampas distribuidas por toda la superficie del lote sembrado (Albendín *et al.* 2012).

Control biológico

El biocontrol se está empleando en programas integrados de protección vegetal en varios cultivos, incluido el de frutilla (Bueno 2009; Albendín *et al.* 2012). Comercialmente se expenden organismos depredadores, entre ellos ácaros pertenecientes a los géneros *Amblyseius*, *Neoseiulus*, y chinches del género *Orius*, como *O. insidiosus*, *O. laevigatus*, *O. albidipennis* y *O. niger* (Alberdín *et al.* 2012; Bueno 2009).

I.1.3. La plaga *Tetranychus urticae*, presa alternativa para *O. insidiosus* y principal para *N. californicus*.

Biología y ecología de *T. urticae*

Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) llamada comúnmente “arañuela roja” o “arañuela de las dos manchas”, es un herbívoro polífago de amplia distribución mundial (Ferragut *et al.* 1990; García-Marí y González-Zamora 1999) registrándose más de 900 especies de plantas hospedadoras, algunas silvestres y otras de cultivo, como hortalizas, ornamentales y frutales, en las cuales causa daños de importancia económica (van de Vrie *et al.* 1972; Regev y Cone 1980; Ferro y Southwick 1984; Bolland *et al.* 1998; Calvitti 2000; Skorupska 2004; Khanjani 2005).

Los individuos tienen tamaño pequeño, entre 0,2 y 0,6 mm, y el color del cuerpo puede ser verde o rojo. La forma verde es generalmente encontrada en climas fríos y templados mientras que la forma roja en zonas cálidas y subtropicales, existiendo un marcado dimorfismo sexual entre la hembra y el macho, siendo este más pequeño y alargado (Ashley 2003; Zhang *et al.* 2003). La reproducción es sexual dando lugar a machos y hembras, y también por partenogénesis arrenotóquica cuando ponen huevos sin haberse producido la cópula, en cuyo caso los descendientes son solamente machos haploides (Brandenburg y Kennedy 1987).

La “arañuela de las dos manchas” pasa por cinco estados de desarrollo durante su ciclo de vida: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto, con un estado de quiescencia luego de cada estado inmaduro, llamados ninfocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida, respectivamente (van de Vrie *et al.* 1972). Durante este período de inactividad los ácaros forman una nueva cutícula antes de desprender su exuvia (Helle y Sabelis 1985) (Fig. 9).

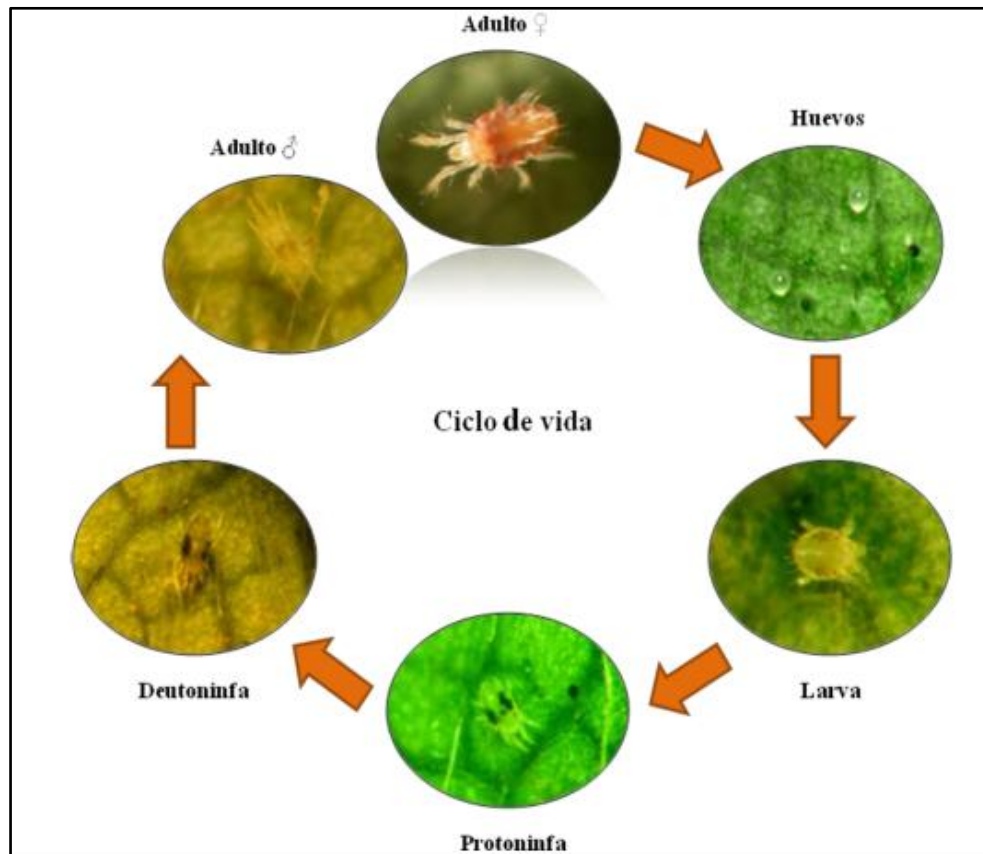


Figura 9. Ciclo de vida de *Tetranychus urticae*. Fuente: Gugole Ottaviano 2012.

El tiempo de desarrollo varía según la planta hospedadora y las condiciones de temperatura, humedad y fotoperiodo. En frutilla varía en un rango de 10 a 12 días desde huevo hasta adulto a 25 ± 4 °C, 60-70 % humedad relativa y fotoperiodo de 14:10 L:O (Gugole Ottaviano *et al.* 2013).

Daños de *T. urticae* en el cultivo

Tetranychus urticae es la principal plaga del cultivo de frutilla en todo el mundo (Huffaker *et al.* 1970; Sances *et al.* 1979; Wyman *et al.* 1979; Oatman *et al.* 1985; Stonneveld *et al.* 1996; Walsh *et al.* 1998; Cloyd *et al.* 2006). Al alimentarse rompe con sus estiletes la superficie de las hojas y destruye células del mesófilo (Tanigoshi y Davis 1978) afectando la transpiración, la fotosíntesis (Sances *et al.* 1979; De Angelis *et al.* 1983; Sadrás *et al.* 1998) y el crecimiento de la planta y sus frutos (Avery y Briggs 1968; Felipe 2003).

Cuando la población crece, las arañuelas forman una densa tela sobre la superficie de la planta hospedadora. Esta cumple diversas funciones, entre ellas sirve como lugar de excreción (Saito 1983; Oku 2008) y de protección frente a condiciones climáticas adversas y depredadores (Lemos *et al.* 2010), así como para dispersarse a otras plantas (Bell *et al.* 2005).

Métodos de control

El control de esta plaga en la mayoría de los cultivos y plantas ornamentales, se realiza casi exclusivamente con la aplicación frecuente de plaguicidas (Takematsu *et al.* 1994; Oliveira *et al.* 2007; Cerna Chavéz *et al.* 2009; Marcic *et al.* 2011). Sin embargo, las poblaciones presentan una rápida capacidad para desarrollar resistencia frente a estos productos (Price *et al.* 2000; Devine *et al.* 2001; Stumpf *et al.* 2001; Stumpf y Nauen 2002; Herron *et al.* 2004; Villegas Elizalde *et al.* 2010), incluyendo a los acaricidas autorizados para su control como las abamectinas (Rizzieri *et al.* 1988; Georghiou y Lagunes 1991; Konanz y Nauen 2004). En el CHP se utiliza New Mectin (abamectina 1,8%) semanalmente durante todo el ciclo del cultivo.

Otra técnica de control utilizada en países de Europa, Asia y algunas partes de Australia y Norte América, es a través del uso de depredadores como *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Phytoseiulus macropilis* (Banks) y *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) mediante liberaciones inoculativas o inundativas sobre el cultivo (Oatman *et al.* 1977; Strong y Croft 1995; McMurtry y Croft 1997; Barber *et al.* 2003; Zhang *et al.* 2003; Fraulo y Liburd 2007; Abad-Moyano *et al.* 2009).

Para el control de *T. urticae* en el cultivo de frutilla del cinturón hortícola de La Plata, Greco *et al.* (2011) desarrollaron un plan de manejo para la utilización de *N. californicus* por conservación, basado en monitoreos de presencia-ausencia y en el nivel de daño económico para la decisión de control. Con el mismo objetivo, el control biológico por conservación, se ha identificado vegetación natural cuyo polen permite la supervivencia del depredador, lo cual es muy importante para su persistencia cuando las presas son escasas (Gugole Ottaviano *et al.* 2013).

1.1.4. El depredador *Orius insidiosus*

Biología y ecología de *O. insidiosus*

La familia Anthocoridae (Hemiptera) presenta entre 400 a 600 especies distribuidas en varios géneros en todo el mundo, reuniendo insectos pequeños (1,4 – 4,5 mm de longitud de la cabeza al abdomen) (Bueno 2009).

Orius insidiosus es una especie originaria de América, presente en varios agroecosistemas, tanto en plantas cultivadas como poroto, maíz, algodón, alfalfa, soja, hortalizas y ornamentales, como en plantas y arbustos silvestres que florecen en la primavera y en el verano. Una de las especies de plantas no cultivadas reportada como hospedera en América del Sur es el “pega-pega” *Bidens pilosa* L. (Asterales: Asteraceae) (Bueno 2005).

Orius insidiosus es un insecto depredador generalista. Se alimenta de trips, ácaros, áfidos, huevos y algunas larvas pequeñas de lepidópteros, y tiene una fuerte preferencia por los trips (Bueno 2009; Waite 2012). Este depredador se comporta como oportunista, moviéndose dentro y fuera de los distintos hábitats, buscando recursos alimenticios, tales como presas y alimento vegetal, los cuales se tornan disponibles en los hábitats en tiempos diferentes (Kiman y Yeargan 1985, Naranjo y Gibson 1996, Coll et al. 2007, Lundgren 2009). Puede desarrollar todo su ciclo alimentándose de una planta (Coll et al. 2007), aunque se ha visto que la adición de presas en la dieta produce un beneficio en la supervivencia y el tiempo de desarrollo de las ninfas, así como en la longevidad y fecundidad de los adultos (Cocuzza *et al.*, 1997).

Su característica omnívora es considerada una estrategia adaptativa para su supervivencia, que le permite instalarse en los cultivos antes de que llegue su presa (Bueno 2009). Este hábito es considerado un aspecto negativo de la especie como agente de biocontrol, ya que las ninfas de primer estadio de *O. insidiosus* producen daños a la planta cuando se alimentan del agua del xilema, y probablemente también de nutrientes, azúcares y aminoácidos del mesófilo (Armer *et al.* 1998). Ninfas y adultos son depredadores voraces, ya sea en bajas o altas poblaciones de su presa y pueden matar más presas de las que realmente requieren como alimento. Descubren su alimento con el olfato y tacto, siendo la antena la región más sensible del cuerpo. Los adultos son buenos voladores y, junto con las ninfas, se mueven en la planta en procura de sus presas. Cuando las encuentran, insertan su aparato bucal en el abdomen del insecto varias veces hasta absorber sus fluidos internos (Bueno 2009).

El ciclo de vida posee tres estados de desarrollo: huevo, ninfa (5 estadios) y adulto (Waite 2012) (Fig. 10). La ninfa recién eclosionada es brillante y poco colorida, y luego de unas horas se torna amarillenta. En el tercer estadio comienza el desarrollo de las alas (tecas alares) y la ninfa es amarillo-anaranjada, oscureciéndose gradualmente hasta llegar al 4° y 5° estadio, cuando se torna de color marrón. Las ninfas de 1°, 2° y 3° estadio poseen una glándula odorífera dorsal de coloración anaranjada, visible en el 3°, 4° y 5° segmentos abdominales, tornándose casi imperceptible en los demás estadios, por el oscurecimiento adquirido (Bueno 2009). Mendes *et al.* (2005) reportaron que la coloración de las ninfas de *O. insidiosus* sometidas a diferentes temperaturas -en un rango entre 16 a 31 °C- varían desde más oscuras cuando se desarrollan a temperaturas más bajas, particularmente a 16 °C. Mendes y Bueno (2000), bajo condiciones controladas de temperatura (25±1° C) estimaron como tiempos de desarrollo ninfal para los estadios 1°, 2°, 3°, 4° y 5°, un promedio de 1,9; 1,7; 1,4; 1,8 y 3,1 días respectivamente, cuando fueron alimentadas con adultos de *Caliothrips phaseoli* (Hood). El tiempo de desarrollo preimaginal estimado experimentalmente es de 20 días a 25 ± 1°C, 70 ± 10 %HR y 14:10 L:O (Bueno 2009; Carvalho *et al.* 2006; Saini *et al.* 2003; Zambrano 2009).

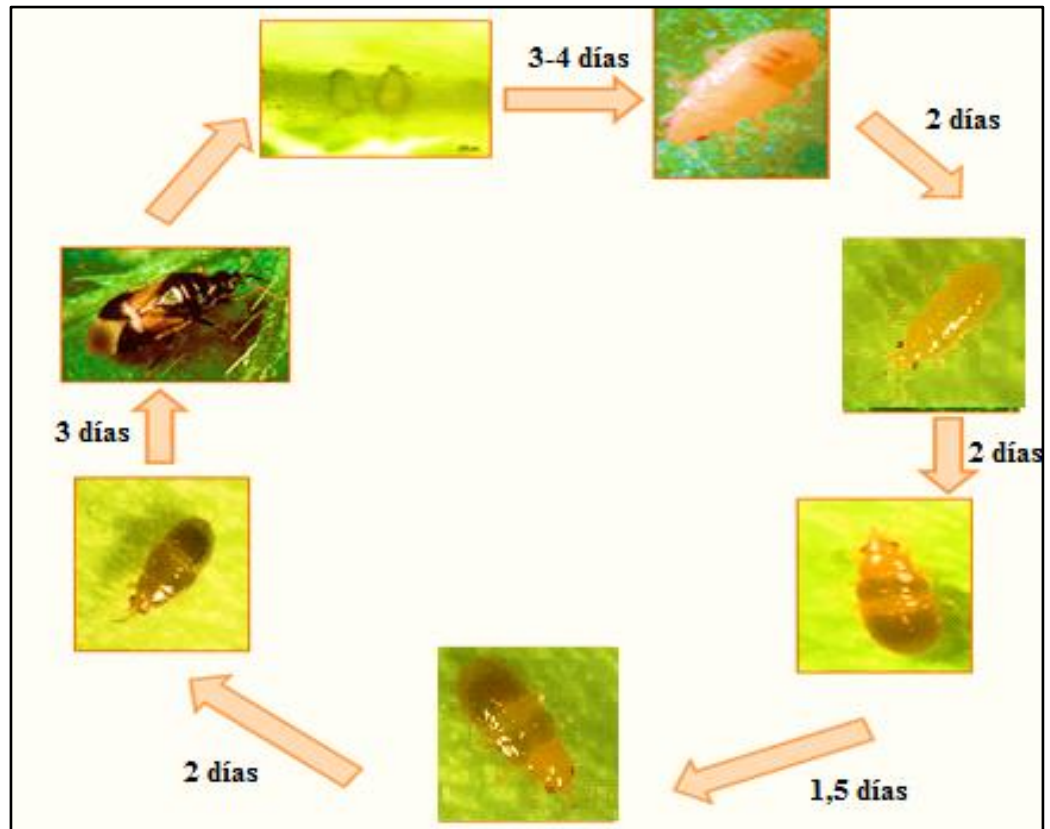


Figura 10. Ciclo de vida de *Orius insidiosus*.

Con respecto a su morfología externa, los adultos de *O. insidiosus* son usualmente marrones oscuros, con manchas blancas en sus alas. Son insectos pequeños, generalmente las hembras son más grandes que los machos. Para la identificación entre sexos se utiliza la genitalia, siendo que las hembras presentan ovipositor elongado y los machos una genitalia en forma de caracol dilatado en la extremidad del abdomen (Fig. 11) (Bueno 2009; Waite 2012).

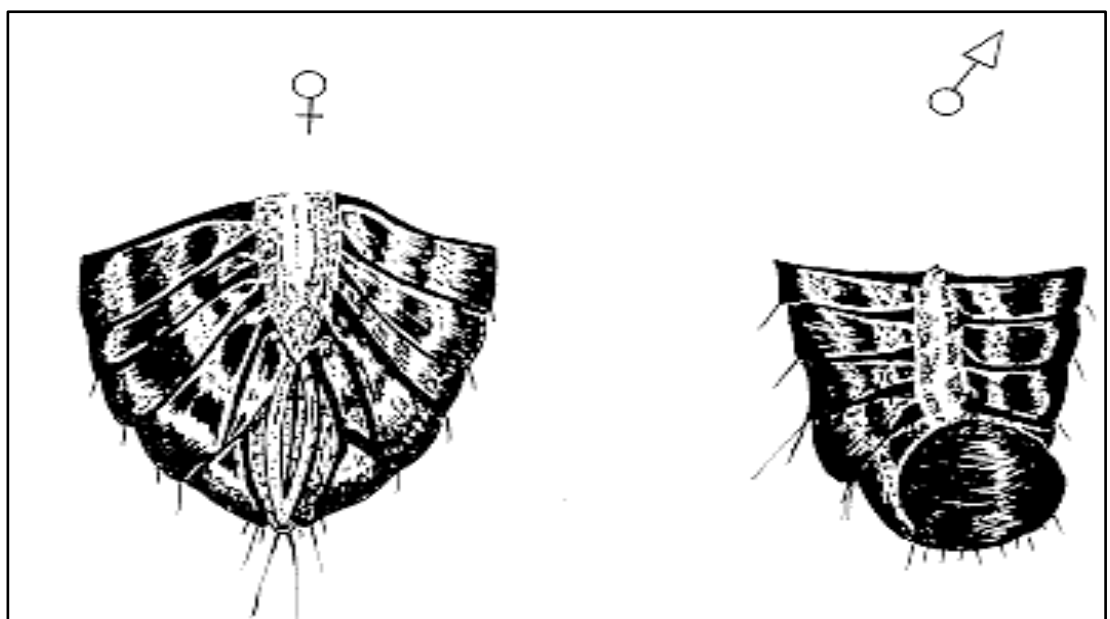


Figura 11. Genitalia de la hembra y el macho de *O. insidiosus*.

Las hembras colocan endofíticamente un promedio de 300 huevos a lo largo de su vida, el 80% de los mismos durante los primeros 15 días después de la emergencia del adulto (Bueno 2009). La fertilidad puede llegar hasta el 75% (Saini *et al.* 2003; Zambrano 2009) y el porcentaje de supervivencia hasta el estado adulto es de aproximadamente 54% (Bueno *et al.* 2006).

Saini *et al.* (2003) observaron que la presencia del macho junto a la hembra, cuando está en el período de oviposición, puede afectar la capacidad de poner huevos, así como y la longevidad de la hembra en el período de oviposición puede verse afectada por la presencia del macho, lo que puede perjudicar la cría masiva de este depredador. En el mismo sentido, Bueno (2009) indicó que hembras mantenidas con los machos presentaron niveles más bajos de oviposición, pudiendo atribuirse a que la hembra siempre está dispuesta a la cópula con el macho, lo que puede causarle niveles altos de estrés.

En las crías masivas, otros factores como la temperatura y el suplemento alimenticio afectan la supervivencia y la reproducción de las poblaciones de estos depredadores, siendo las temperaturas más altas y la alta calidad del suplemento alimenticio los que aceleran su crecimiento poblacional (Bueno 2009). Los huevos de insectos del orden Lepidóptera son considerados por Eubanks y Denno (2000) como presas de alta calidad para muchos depredadores generalistas, en contraste con los áfidos que son considerados como presas de baja calidad. El alto nivel del nitrógeno que contienen los huevos tiene un importante papel en todo el proceso metabólico ya que es un componente esencial para la codificación genética, crecimiento y capacidad reproductiva de estos hemípteros (Parra 2000). Cuando *O. insidiosus* es alimentado con huevos de *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), tiene una alta tasa de supervivencia, de alrededor del 90% en todos sus estadios (Bueno 2009; Waite 2012). En la Argentina se utilizan también huevos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gellechidae) como alimento para la cría masiva de este depredador (Saini 2003).

Uso de *O. insidiosus* como agente de control biológico

Dentro de los hemípteros antocóridos se destacan como agentes de control biológico varias especies del género *Orius*, del cual se conocen 70 especies (Bueno 2009). *Orius insidiosus*, *Orius laevigatus*, *Orius niger* y *Orius majusculus* son usadas en el control biológico aumentativo de ácaros y trips en cultivos de flores y hortalizas en programas de manejo integrado de plagas, especialmente en Canadá y Europa. *Orius insidiosus* es la especie más utilizada como agente de control biológico para el trips *F. occidentalis* en hortalizas en Europa, en donde un individuo adulto puede alimentarse de entre 5 y 20 trips/día en todos sus estadios (Bueno 2009). Su preferencia por *F. occidentalis* lo hace un enemigo letal de esta plaga (Atakan 2011; Baez *et al.* 2004).

Cuando las chinches del género *Orius* depredan, sujetan a su presa con las patas, perforan con su aparato bucal el cuerpo succionando su contenido (Fig.12). En experimentos de liberación se ha observado que este depredador inicia su búsqueda en las dos primeras horas, llegando a tener un consumo de hasta un 75% (21,95) del total de trips ofrecidos (30) en este periodo de tiempo (Pantoja 2009).



Figura 12. Adulto de *O. insidiosus* depredando un adulto de *F. occidentalis*.

En cuanto a las dosis recomendadas para liberaciones, estudios realizados en pimienta por Funderburk *et al.* (2000), demostraron que aplicando 1 adulto de *O. insidiosus* por 180 individuos de trips se suprimieron considerablemente los niveles poblacionales de *F. occidentalis*. Por otra parte, en el cultivo de frutilla, Shakya *et al.* (2010), determinaron que la aplicación de 1 individuo adulto de *O. insidiosus* por flor, puede suprimir hasta en un 40% los niveles de *F. occidentalis* cuando la densidad de trips es de 10 a 14 individuos por flor.

Estudios realizados por Xu *et al.* (2006), demostraron que *O. insidiosus* redujo un 26% la población de hembras adultas de la presa alternativa *T. urticae*, una presa alternativa, y un 46 % el de ninfas de *F. occidentalis* cuando se le ofrecieron densidades de 80 hembras y 160 ninfas de *T. urticae* y *F. occidentalis*, respectivamente, por separado en hojas de poroto. Cuando se le ofrecieron las dos presas al mismo tiempo, el control del ácaro disminuyó considerablemente, lo que demuestra su especificidad por los trips y la necesidad de utilizar más de un agente de control cuando se quiere controlar a las dos plagas en el mismo cultivo.

I.1.5. El depredador *Neoseiulus californicus*

Biología y Ecología de *N. californicus*

Neoseiulus californicus es un depredador efectivo para el control de ácaros, tanto en áreas áridas y húmedas, como en zonas subtropicales y templadas. La especie está distribuida especialmente en Sudamérica, Texas y California en Estados Unidos de norteamérica, en la zona del Mediterráneo, Japón y Sudáfrica (Castagnoli y Simoni 2003; De Moraes *et al.* 2004). Es eficaz como agente de control de *T. urticae* en cultivos de frutilla (Aimee *et al.* 2008; Greco *et al.* 2005; Greco *et al.* 2011), así como en árboles frutales, flores y cultivos hortícolas en toda América, sur de Europa y Asia (Castagnoli y Simoni 2003; Croft *et al.* 1998; Jolly 2000; Toldi *et al.* 2013; Rodhes y Liburd 2009).

La especie fue descrita por primera vez por McGregor en 1954, a partir de ejemplares provenientes de limoneros de California, Estados Unidos de América. Pertenece a la Clase Aracnida, Orden Acari, suborden Gamasida, Familia Phytoseiidae,

que incluye unas 2 250 especies (De Moraes *et al.* 2004; Demite *et al.* 2014; Demite *et al.* 2015). Inicialmente se identificó como *Typhlodromus californicus*, después se lo asignó al género *Amblyseius* y más tarde al género *Neoseiulus* o *Cydnodromus*. Actualmente varias especies se consideran sinónimos, tales como *Neoseiulus chilensis*, *Amblyseius chilennesis* y *Amblyseius californicus* (Castagnoli y Simoni 2003; De Moraes *et al.* 2004; Rhodes y Liburd 2009).

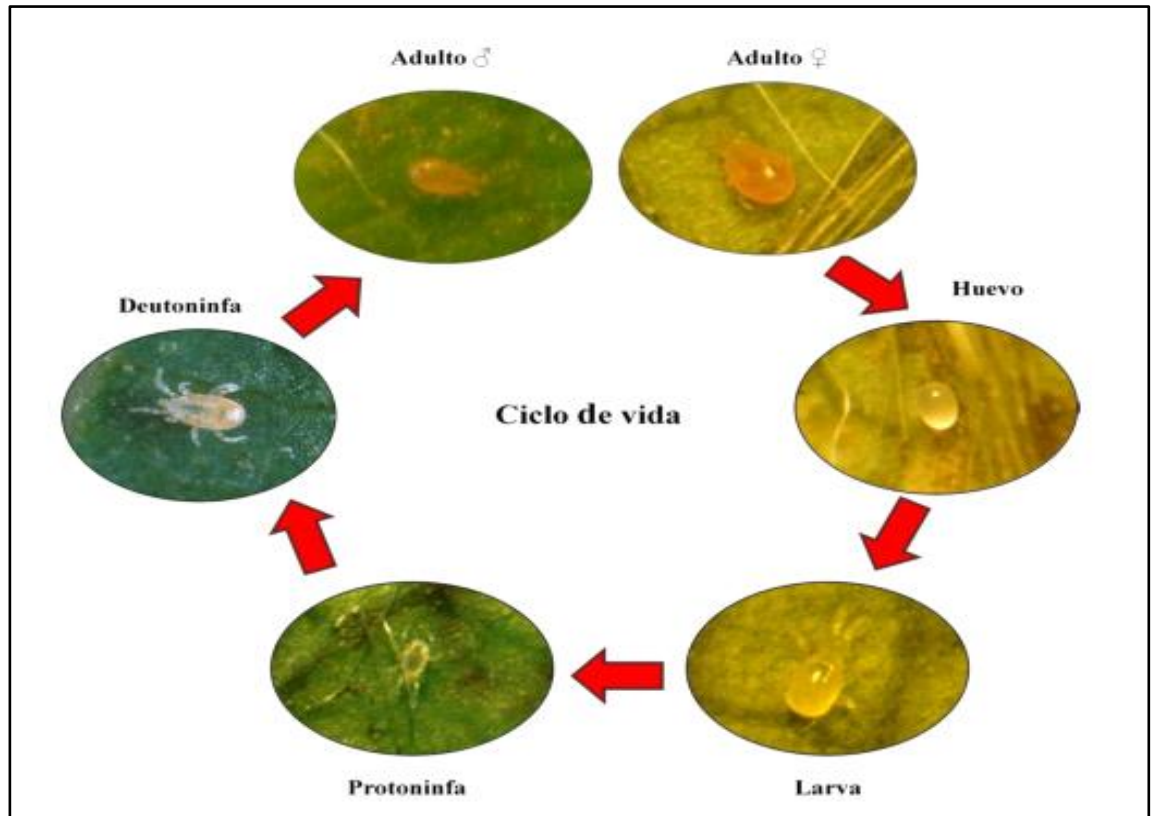


Figura 13. Ciclo de vida de *N. californicus*. Fuente: Gugole Ottaviano 2012.

El ciclo de vida de este enemigo natural (Fig. 13) presenta cinco estados de desarrollo: huevo, larva (que posee tres pares de patas y generalmente no se alimenta), protoninfa y deutoninfa (que poseen cuatro pares de patas) y adulto. Las hembras adultas miden aproximadamente 0,1 mm de largo y son de forma globosa, mientras que el macho es ligeramente más pequeño. Ambos son traslúcidos y pueden presentar una coloración amarilla pálida a ámbar brillante (Castagnoli y Simoni 2003; Helle y Sabelis 1985).

Los individuos de esta especie se adaptan a un rango de temperaturas entre 10 y 33 °C, pero pueden tolerar temperaturas mucho más frías durante períodos cortos de tiempo (Rhodes y Liburd 2009). Así, aún a temperaturas tan bajas como 6° y 10°C, *N. californicus* continúa desarrollándose (Hart *et al.* 2002). El nivel óptimo de desarrollo se alcanza en condiciones que varían entre los 23° a 27° C de temperatura y entre 77 y 87 % de humedad relativa (Canlas *et al.* 2006; Castagnoli y Simoni 1991; Ma y Laing 1973), logrando completar su ciclo entre 10 y 12 días. Castagnoli y Simoni (2003) encontraron que a temperaturas más bajas, entre 17 y 21°C se promueve la diapausa de aproximadamente el 70% de las hembras de una población local de Italia. En

poblaciones del CHP, Gugole Ottaviano (2012) observó que en el laboratorio, el 100% de las hembras entraron en diapausa reproductiva bajo condiciones ambientales invernales para la región ($10 \pm 1^\circ\text{C}$; 10:14 L:O y 60-70 HR) y el 40% de las mismas bajo condiciones otoñales ($16 \pm 1^\circ\text{C}$; 11:13 L:O y 60-70 HR).

Este ácaro tiene una fecundidad baja; alcanzando un máximo de 3 a 4 huevos por día (raramente 5) y el período de oviposición dura de 4 a 6 días (Castagnoli y Simoni 2003). En presencia de alimento suficiente, los adultos viven un promedio de 18 días, con un rango de 10 a 25 días (González 1971; Canlas *et al.* 2006).

Gugole Ottaviano (2012) determinó bajo condiciones de laboratorio ($25 \pm 1^\circ\text{C}$; 60-70% y 14:10 L:O) que el ciclo de vida de *N. californicus* duró 6 días desde la postura del huevo hasta la entrada al estado adulto; la duración del huevo fue de 2 días; la larva de 1 día; la protoninfa de 1 día y la deutoninfa de 1,3 días. El período preimaginal de 4 a 8 días fue un parámetro similar al reportado por otros autores (Castagnoli y Simoni 1991; Hart *et al.* 2002). Como en otros artrópodos, existe una estrecha relación entre la temperatura y el tiempo de desarrollo de *N. californicus*, alargando o disminuyendo la duración de cada estado, así como el desarrollo de huevo a adulto, siendo menor el tiempo cuando se desarrolla a mayor temperatura (Castagnoli y Simoni 1991).

Otra particularidad del ciclo de vida de *N. californicus* es que los machos son protándricos, es decir, alcanzan el estado adulto antes que las hembras, y cuando estos encuentran una hembra en estado de deutoninfa suelen permanecer en contacto con ella hasta que muda, a fin de asegurar la cópula. El apareamiento puede durar 4 horas o más, dependiendo de las condiciones ambientales (Aponte y McMurty 1992; Castagnoli y Simoni 2003). Muchas cópulas son necesarias para garantizar el máximo de oviposición (Castagnoli y Simoni 2003). La proporción sexual es significativamente desviada hacia las hembras (64 a 70 %) con respecto a los machos (Ma y Laing 1973; Castagnoli y Simoni 1991).

La mortalidad en los estados preimaginales se registra más alta en el estado de huevo con valores del 75 al 85%, mientras que el estado ninfal presenta una baja mortalidad (Ma y Laing 1973; Castagnoli y Simoni 1991).

El máximo nivel de abundancia poblacional de *N. californicus* se obtiene cuando los individuos se alimentan con *T. urticae*, especialmente de estados inmaduros (larvas y ninfas) (Castagnoli y Simoni 2003; Gugole Ottaviano 2012). Sin embargo, los fitoseidos tienen la capacidad de alimentarse de presas alternativas como ácaros y varios insectos, y sobrevivir pocos días solamente con polen (Castagnoli y Simoni 1991; van Baal *et al.* 2007). En su investigación van Baal *et al.* (2007) concluyeron que hembras adultas de *N. californicus* tienen la capacidad de alimentarse de ninfas de *F. occidentalis* en plantas de pimiento en presencia de *T. urticae* inclusive, y Rodríguez *et al.* (1992) determinaron que hembras adultas de *N. californicus* pueden alimentarse de huevos y ninfas de *F. occidentalis* sobre plantas de poroto. Gugole Ottaviano (2012) observó que el polen de *Urtica urens* L., *Lamium amplexicaule* L., *Convolvulus arvensis* L., *Sonchus oleraceus* L. y *Galega officinalis* L., así como el polen de *F. x ananassa* permitieron el desarrollo de *N. californicus* hasta el estado adulto, pero no su reproducción. La supervivencia fue del 70 al 80% alimentándose de polen de *S.*

oleraceus, *G. officinalis* y *C. arvensis*, entre 80 y 90% con polen de *U. urens* y *F. x ananassa* y más del 90% con *T. urticae* y polen de *L. amplexicaule*. En otoño e invierno, *U. urens*, *L. amplexicaule* y *S. oleraceceous* podrían promover la persistencia de este depredador cuando la densidad de presas en el cultivo de frutilla es baja. En verano, el polen de *C. arvensis* y *G. officinalis* contribuiría a su persistencia cuando el cultivo está en la etapa final y los recursos son escasos.

La depredación intragremio y el canibalismo son frecuentemente observados en especies de fitoseidos, generalmente cuando hay escasez de alimento; aunque ocasionalmente también ocurre cuando la presa está presente. Todos los estados activos de *N. californicus*, con excepción de las larvas, pueden comer huevos, larvas y protoninfas de su especie o de diferentes especies (Castagnoli y Simoni 2003).

Neoseiulus californicus tiene la capacidad de dispersarse de una planta hospedera a otra cuando las condiciones en las que se desenvuelve son adversas, como por ejemplo: una baja densidad de presas, la competencia por alimento, condiciones de temperatura y humedad relativa adversas o críticas, y la diversidad de especies de plantas en el ambiente con características morfológicas diferentes (Castagnoli y Simoni 2003).

Uso de *N. californicus* como agente de control biológico

Los fitoseidos son considerados los más importantes agentes biológicos para el control de ácaros fitófagos a nivel mundial (Ragusa y Ragusa 1997; van Baal *et al.* 2007).

Greco *et al.* (2005) encontraron en experimentos realizados bajo condiciones de laboratorio ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$; 60-70%; 14L:10D) que una relación 5:1 entre *T. urticae* y *N. californicus* en plantas de frutilla permitió mantener el número de individuos de la plaga significativamente por debajo del nivel de daño económico (50 individuos activos/foliolo) luego de 7 días, con densidades iniciales de 5, 10 y 15 individuos activos/foliolo. En proporciones de 7,5:1 y 10:1 (presa/depredador) la plaga excedió el nivel de daño solamente cuando su densidad inicial fue 15 formas móviles/foliolo. Posteriormente estos autores elaboraron un plan de manejo para un programa de control biológico por conservación de *N. californicus*, basado en monitoreos para reducir las aplicaciones de acaricidas en función de las densidades relativas presa-depredador (Greco *et al.* 2011), el cual aplicado en lotes de frutilla bajo cubierta y a cielo abierto en el CHP demostró que el depredador limitó la densidad de la plaga en un período de 7 días dentro del mismo rango de densidades relativas y absolutas ensayadas en el laboratorio. Por otra parte, Canlas *et al.* (2006) evaluaron la tasa de consumo diaria de hembras adultas de una línea genética japonesa de *N. californicus* sobre diferentes estadios de *T. urticae* con diferentes densidades en condiciones de laboratorio (25°C ; 70%HR; 16L:8D) y en el límite del umbral del daño económico (UDE) (50 individuos/hoja), obteniendo los siguientes resultados: huevos (20.91 ± 1.61), larvas (21.06 ± 1.13), ninfa (12.57 ± 0.66), machos adultos (9.22 ± 0.69). Estas tasas de consumo no presentaron diferencias significativas con densidades de 40 individuos/hoja, pero sí con densidades de 30, 20, 10 y 5 individuos de presa/hoja, siendo el control más eficiente a densidades más bajas.

En la actualidad, los ácaros depredadores están siendo utilizados en otras latitudes mediante liberaciones aumentativas como una alternativa al uso de acaricidas químicos en una variedad amplia de cultivos, incluyendo el de frutilla, logrando mantener a los ácaros plaga por debajo del umbral de daño económico (Rondon *et al.* 2004).

Las tasas de liberación recomendadas a los productores dependen del nivel de infestación y el cultivo en sí, pero por lo general se aconseja la liberación de un ácaro depredador por planta para el cultivo de frutilla, cuando la tasa de infestación de arañuela varía entre un 6 y 10% (unos 3 a 5 individuos por planta). Se considera esta como una infestación moderada y la aplicación de esta técnica evita la reproducción de la plaga que, a altas temperaturas y baja humedad, puede hacerlo rápidamente (Rondon *et al.* 2004). Otros autores recomiendan aplicar de 2 a 3 fitoseidos por planta, en una sola liberación, cuando las condiciones del cultivo sean adecuadas y los residuos de insecticidas estén en niveles no tóxicos para el depredador (Zalom *et al.* 2007).

I.2. Marco teórico de la investigación, hipótesis y objetivos.

Las comunidades de plagas y enemigos naturales suelen formar tramas tróficas complejas (Polis y Strong 1996; Holt y Huxel 2007), donde las especies están conectadas por múltiples enlaces que implican el traspaso de energía y biomasa, desde niveles tróficos inferiores hacia los superiores. Considerando a las plagas, cobran interés las interacciones planta-herbívoro, depredador-presa y competencia interespecífica. Los depredadores generalistas, quienes se ubican en los niveles superiores, incluyen en su dieta a otros depredadores (Straub y Snyder 2006), pudiendo ser depredadores secundarios o depredadores intragremio (Fig. 14). La depredación intragremio (DIG), común en las comunidades de numerosos sistemas naturales y agrícolas, ocurre cuando dos consumidores que comparten un recurso son potenciales competidores y participan también en una interacción depredador-presa, ya que uno consume al otro o ambos se consumen mutuamente. Si la interacción es unidireccional, intervienen: la presa compartida (herbívoro), la presa intragremio (depredador que consume solo a la presa), y el depredador intragremio (depredador que consume tanto la presa compartida como la presa intragremio).

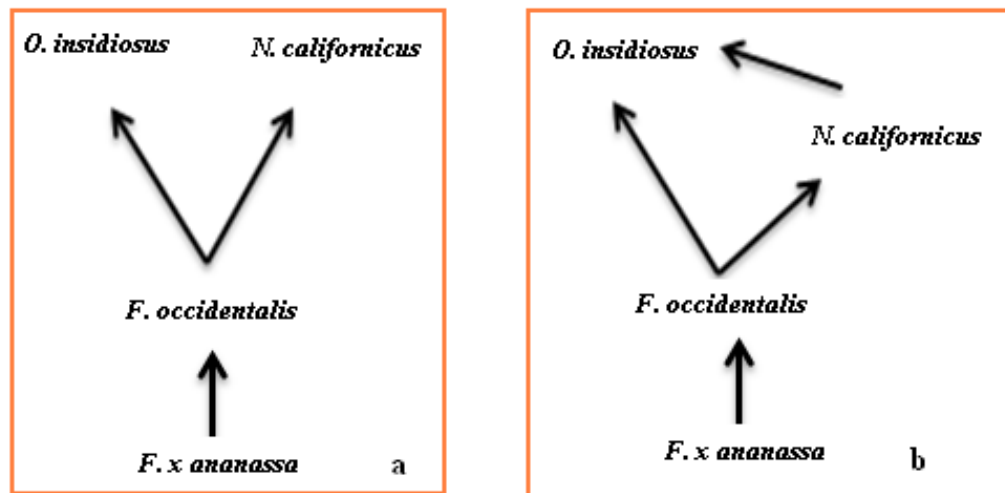


Figura 14. Esquemas simplificados de interacciones de (a) depredación y (b) depredación intragremio (DIG) entre artrópodos herbívoros y depredadores en el cultivo de frutilla del NE de la prov. Buenos Aires, Argentina. Las flechas indican el flujo de alimento.

La DIG es un fenómeno generalizado entre agentes de control biológico (Snyder *et al.* 2005; Rosenheim y Harmon 2006; Holt y Huxel 2007), con efectos positivos, negativos o neutros sobre el mismo. La teoría predice que el depredador intragremio suprimirá la población de la presa intragremio, permitiendo así que la población del herbívoro aumente, causando el fracaso del control biológico. La coexistencia solo podría lograrse si la presa intragremio tiene alguna ventaja competitiva sobre el depredador intragremio (Polis y Holt 1992). Se han planteado varias hipótesis para explicar la discrepancia entre teoría y evidencia, relacionadas con la densidad del herbívoro, el tiempo de la interacción, la composición trófica del ensamble de enemigos naturales y la complejidad del hábitat (Janssen *et al.* 2007). Un factor muy importante en la intensidad y el resultado de esta interacción es la selectividad alimentaria, así como la movilidad y el tamaño relativo de las presas, y las características de la planta hospedadora (Madadi *et al.* 2009). Definir la naturaleza, el alcance y el impacto de la DIG en los sistemas agrícolas caracterizados por múltiples enemigos naturales, es fundamental para el diseño y la eficiencia de los programas de control biológico en el marco del Manejo Integrado de Plagas (Holt y Huxel 2007).

En particular para este trabajo de tesis, y considerando los trips y las arañuelas como presas, se tendrán en cuenta las interacciones depredador-presa y DIG. El presente estudio aborda las principales interacciones tróficas involucradas en la utilización potencial de los depredadores *O. insidiosus* y *N. californicus* como agentes de control biológico de *F. occidentalis* y *T. urticae* respectivamente, en el cultivo de frutilla (Fig. 15).

Se conoce que *N. californicus* tiene como presa preferida a *T. urticae* pero también se alimenta de ninfas de trips (Makoto *et al.* 2005). *Orius insidiosus* prefiere alimentarse de *F. occidentalis*, aunque también consume *T. urticae* (Xu *et al.* 2006) y ha sido documentada la DIG entre especies de *Orius* y *Neoseiulus* (Madadi *et al.* 2009) (Fig.

15). Esta última interacción podría afectar el control biológico que ejerce *N. californicus* sobre *T. urticae* previamente reportado para los cultivos bonaerenses (Greco *et al.* 2005; Greco *et al.* 2011).

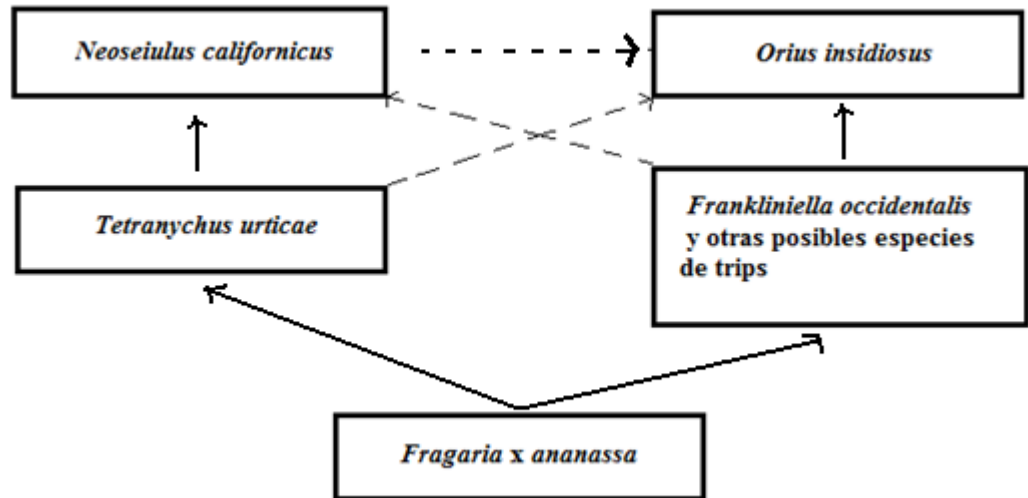


Figura 15. Interacciones tróficas que involucran dos plagas (*Tetranychus urticae* y *Frankliniella occidentalis*) y sus enemigos naturales (*Neoseiulus californicus* y *Orius insidiosus*) en el cultivo de frutilla. Las flechas indican el flujo de alimento. Las líneas discontinuas indican presas alternativas para los depredadores y las líneas continuas señalan el alimento principal de cada depredador.

Hipótesis de trabajo

Se plantean cuatro hipótesis: 1) Las poblaciones locales de *O. insidiosus* presentan una elevada tasa de consumo de ninfas y adultos de *F. occidentalis* en frutilla, 2) *O. insidiosus* consume individuos de *T. urticae* como presa alternativa, 3) *O. insidiosus* consume individuos del depredador *N. californicus*, 4) la DIG entre poblaciones locales de ambos depredadores afecta negativamente el control biológico de *T. urticae* por *N. californicus*.

Objetivos

Objetivo general: obtener conocimientos sobre las interacciones depredador-presa *O. insidiosus*-*F. occidentalis* y *O. insidiosus*-*T. urticae*, así como sobre la interacción de DIG *O. insidiosus*-*N. californicus*. La finalidad es evaluar las implicancias de estas interacciones en el control biológico de las principales plagas del cultivo de frutilla del CHP.

Objetivos específicos:

1. Identificar taxonómicamente a nivel de especie los trips presentes en el cultivo de frutilla de la región y su abundancia poblacional.
2. Estimar la tasa de consumo del depredador *O. insidiosus* sobre su presa principal, *F. occidentalis*, en el laboratorio.
3. Estimar la tasa de consumo del depredador *O. insidiosus* sobre su presa alternativa, *T. urticae*, en laboratorio.
4. Estimar la depredación intragremio (DIG) de *O. insidiosus* sobre *N. californicus* en el laboratorio.
5. Evaluar el control biológico de *F. occidentalis* por *O. insidious* a semicampo.
6. Evaluar el efecto de la DIG *O. insidiosus* – *N. californicus* sobre el control de *T. urticae* bajo condiciones de laboratorio y a semicontroladas.

CAPÍTULO II.

Metodología

II.1. Identificación taxonómica de los trips y estimación de la abundancia poblacional.

Se realizaron muestreos de las especies de trips en cinco lotes productivos de frutilla ubicados en las localidades de Los Hornos (Lote 1), Colonia Urquiza (Lote 2, Lote 3) y Lisandro Olmos (Lote 4, Lote 5), en el CHP (38° 52' S, 57° 59' W). Los lotes tuvieron una superficie promedio de 2 000 m². No se detectaron patologías generalizadas en los cultivos durante todo el período de muestreo. El manejo de plagas fue convencional, consistiendo en aplicaciones semanales de abamectina 1,8 % o dicofol 21% + tetradiphon 7,5% para el control de ácaros, aplicaciones ocasionales de methomyl 90%, metamidophos 60% para el control de insectos, y aplicaciones semanales de fungicida (benomyl 50%) para el control de hongos.

Todos los lotes muestreados se encontraron asociados a otros cultivos hortícolas, entre ellos: tomate (*Solanum lycopersicum* Linneo), lechuga (*Lactuca sativa* L.), pimiento o morrón (*Capsicum annuum* L.), brócoli (*Brassica oleracea* L.), entre los de mayor superficie, y una gran variedad de plantas no cultivadas, como: pega-pega (*Bidens pilosa* var. *pilosa*), falsa cerraja (*H. echinoides*), lechuguilla común (*S. oleraceus* L.), diente de león (*T. officinale* L.) y la manzanilla (*M. chamomilla* L.) entre otras, en los bordes o entre los camellones del cultivo.

Los muestreos se llevaron a cabo entre septiembre de 2012 y julio de 2014, con una frecuencia quincenal. Cada muestreo consistió en recolectar 25 flores, 25 hojas jóvenes y 25 hojas maduras al azar en cada lote, que fueron acondicionadas en bolsas plásticas para su traslado al laboratorio.

Las muestras se revisaron bajo lupa binocular (Nikon C-DS) para contar todas las ninfas y adultos de trips, y separar especímenes adultos para su identificación. Los mismos fueron fijados en tubos Eppendorf (2 ml) con alcohol etílico al 70%.

Para su identificación los especímenes se estudiaron conjuntamente con la Dra. Paola Carrizo (FAUBA, Buenos Aires, Argentina), especialista en el estudio taxonómico de trips. Los mismos fueron preparados de la siguiente manera: se sumergieron en lactofenol durante 30 minutos bajo una lámpara de luz amarilla para acelerar el aclarado y luego se los montó entre porta y cubreobjetos con una gota de líquido de Hoyer como medio de montaje hidrofílico y semipermanente. Los preparados se secaron en una estufa a 40°C durante una semana. La determinación se realizó utilizando un microscopio Olympus BX51 (x 200) con contraste de fase y óptica de contraste diferencial. Las claves taxonómicas utilizadas para la determinación fueron las de Mound *et al.* (1993) y Mound y Kibby (1998), y los especímenes se compararon con ejemplares de una colección de la Dra. Carrizo. Se identificaron un total de 142 trips que fueron tomados como una submuestra del total de trips encontrados en los muestreos. De este total se sacó el porcentaje de cada una de las especies encontradas.

Una vez finalizada la determinación sistemática, se guardaron en el CEPAVE especímenes de las especies halladas, preservados en alcohol, los que serán oportunamente depositados en la Colección Entomológica de La Plata (FCNyM, UNLP).

Se estimó la abundancia relativa de las especies de trips halladas, expresada como el porcentaje de individuos de cada especie sobre el número de individuos totales identificados.

A fin de caracterizar la abundancia poblacional de trips a lo largo del año en el cultivo de frutilla durante el periodo de estudio, se estimó el promedio de ninfas en las hojas tomando al azar 25 hojas maduras y 25 hojas jóvenes por cada lote, así como de ninfas y adultos en las flores (25 flores por lote), con los datos de todos los lotes en 22 meses de muestreo.

II.2. Establecimiento de colonias de artrópodos en el laboratorio

La investigación se realizó en el Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE-UNLP), ubicado en La Plata, prov. de Buenos Aires, Argentina, en el laboratorio perteneciente al grupo de Ecología de Plagas y Control Biológico.



Figura 16. Invernáculo del CEPAVE

Todas las colonias o crías fueron mantenidos en un bioterio bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y fotoperíodo comúnmente reportadas (25 ± 1 °C, 60 – 70 % HR y 14 : 10 (L : O)). Las plantas de frutilla utilizadas para la cría de los artrópodos y para la realización de los ensayos fueron cultivadas en macetas de plástico de 30 cm de diámetro, en un sustrato elaborado con tierra-compost (50%) y turba (50%) bajo invernáculo y a cielo abierto (Fig. 16), con controles permanentes de sanidad (podas y limpieza manual) y riego (Fig. 17).



Figura 17. Plantas de frutilla mantenidas en el exterior y dentro del invernáculo.

Cría de *Frankliniella occidentalis*

La colonia de *F. occidentalis* se inició con individuos adultos colectados en diferentes cultivos del CHP. Se siguió el protocolo de cría propuesto por Espinosa *et al.* (2002), colocando 100 individuos adultos en un recipiente plástico de 8 cm de base y 20 cm de altura, con un agujero cubierto de papel de filtro para facilitar la aireación y evitar el exceso de humedad (Fig. 18). Como medio de oviposición y fuente de humedad se utilizaron chauchas limpias, desinfectadas con solución acuosa de hipoclorito de sodio al 5% y sumergidas en una solución de azúcar al 10%. A los tres días, se reemplazaron las chauchas con huevos por otras nuevas, y las extraídas se colocaron en recipientes limpios para la eclosión de los mismos y la cría de los estados inmaduros. En la base de los recipientes se colocó una esponja de 5 cm de alto como sustrato para la fase de prepupa y pupa. Para promover el desarrollo de las ninfas, a los nueve días se incrementó la humedad en la esponja por medio de cintas absorbentes, colocando los recipientes en una bandeja plástica con agua (Fig. 18). Seis días más tarde se recolectaron los individuos adultos para continuar así un nuevo ciclo de cría.



Figura 18. Recipientes de oviposición y de eclosión para la cría de trips.

Cría de *Orius insidiosus*

Se inició la cría a partir de individuos pertenecientes a Brometán S.R.L., siguiendo el protocolo de cría propuesto por Bueno (2009).

Se colocaron unos 200 individuos adultos en recipientes de “reproducción”, que consistieron en recipientes de vidrio de 4,5 litros de capacidad, con tapa a rosca, a la que se le practicó un agujero cubierto con una fina malla “voile” para su aireación. Además, se les proporcionó trozos de papel tisú corrugado como refugio para evitar el canibalismo y algodones humedecidos en la base del recipiente. Como alimento se colocaron 3 mg de *E. kuehniella* (Brometán S.R.L.) en cintas de papel cada dos días y chauchas (vainas de *Phaseolus vulgaris* L.), de aproximadamente 4 cm de largo como sustrato de oviposición (Carvalho *et al.* 2010).



Figura 19. Cría de *O. insidiosus* bajo condiciones de laboratorio

Cada dos días se reemplazaban las chauchas con presencia de huevos de *O. insidiosus* por nuevas, y las primeras fueron colocadas en cajas plásticas de 20 cm de largo hasta su eclosión, aproximadamente unos 4 o 5 días después. Las ninfas del primer estadio se colocaron en nuevos recipientes, denominados “de cría”, de similares características a los de reproducción, alimentándoles de igual manera con huevos de *E. kuehniella*. Como fuente opcional de refugio o de oviposición se colocaron floreros de falsa cerraja (Fig. 19) (Carvalho, *et al.* 2010).

Crías de *Neoseiulus californicus* y *Tetranychus urticae*

Las colonias de ambas especies de ácaros fueron mantenidas en hojas de frutilla colocadas en floreros con agua dentro de una caja cubierta con papel film (Fig. 20), para evitar que los individuos se escapen, utilizando hembras provenientes de colonias existentes en el CEPAVE, correctamente identificadas con claves taxonómicas por especialistas del mismo laboratorio. Huevos y ninfas de *T. urticae* se suministraron cada tres días como alimento para *N. californicus*.



Figura 20. Dispositivo de cría de *N. californicus* sobre folíolos de frutilla.

II.3. Tasa de consumo de *O. insidiosus* sobre su presa principal *F. occidentalis*.

Para conocer la tasa de consumo promedio diaria del depredador sobre los estadios de trips se realizaron pruebas bajo condiciones de laboratorio 25 ± 1 °C, 60-70% HR y 14:10 (L:O). La unidad experimental consistió en una caja de Petri de 8 cm de diámetro, con papel absorbente humedecido en la base y un folíolo de frutilla completamente limpio (Fig. 21), sobre el cual se colocaron los individuos en cuatro tratamientos diferentes. Los mismos consistieron en: a) 30 ninfas de *F. occidentalis* con una hembra adulta de *O. insidiosus*, b) 30 ninfas *F. occidentalis* con una ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus*, c) 30 adultos de *F. occidentalis* con una hembra adulta de *O. insidiosus*, y d) 30 adultos de *F. occidentalis* con una ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus*. En todos los tratamientos, los depredadores tuvieron 24 h de ayuno. Los controles consistieron en los mismos tratamientos pero sin el depredador. Cada tratamiento tuvo 10 réplicas. Al cabo de 24 h se identificaron los individuos con signos de haber sido depredados y se registró el número de individuos vivos.

Para estimar la tasa de mortalidad se utilizó la corrección de Abbott propuesta por Rosenhem y Hoy (1989).

$$\text{Mortalidad Corregida} = (IVc - IVt) / IVc$$

Donde,

IVc: es el número de individuos vivos en el control luego del tiempo t (t: duración del experimento) e IVt: es el número de individuos vivos en el tratamiento con depredador luego del tiempo t.

El número de trips muertos y la tasa de mortalidad de trips corregida o tasa de consumo del depredador (variables de respuesta) para cada estado de la presa y del depredador (variables predictoras) se analizaron mediante ANOVA. Se pusieron a prueba los supuestos de homocedasticidad y normalidad para el ANOVA de dos factores, mediante la prueba de Levene y el análisis gráfico de la distribución de los residuos, respectivamente. Debido a que éstos no se cumplieron se utilizó ANOVA de una vía cuando correspondió (previa transformación raíz cuadrada de los datos para la variable número de individuos muertos y angular para la variable tasa de mortalidad), y la prueba de Tukey para la comparación posterior de medias. Cuando no se cumplieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad, se utilizó la prueba de Kruskal Wallis. En todos los casos se consideró como nivel de significancia el 5%.

Cabe mencionar que en este experimento no se consideraron los estadios de prepupa y pupa de trips ya que desarrollan estas fases del ciclo sobre sustratos (por ejemplo, en el suelo) y el depredador *O. insidiosus* no coincide en ese ambiente con la presa.

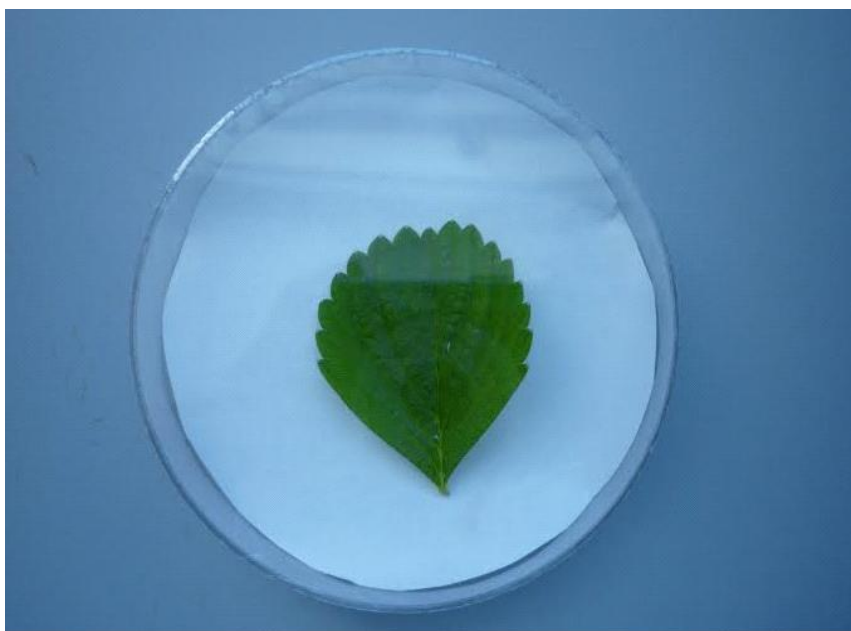


Figura 21. Unidad experimental para las pruebas de: Tasa de consumo, DIG y preferencia.

II.4. Tasa de consumo de la arañuela *T. urticae* por el depredador *O. insidiosus*

Para conocer la tasa de consumo diaria promedio de *O. insidiosus* sobre los estados de desarrollo de *T. urticae* se realizaron pruebas bajo condiciones de laboratorio a 25 ± 1 °C, 60-70 % HR y 14:10 (L:O). La unidad experimental fue igual a la del ítem II.3 (Fig. 21).

Los seis tratamientos consistieron en: a) 30 hembras adultas de *T. urticae* con una hembra adulta de *O. insidiosus*, b) 30 ninfas de *T. urticae* con una hembra adulta de *O. insidiosus*, c) 30 huevos de *T. urticae* con una hembra adulta de *O. insidiosus*, d) 30 hembras adultas de *T. urticae* con una ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus*, e) 30

ninfas de *T. urticae* con una ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus*, y f) 30 huevos de *T. urticae* con una ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus*. Los controles fueron los mismos tratamientos pero sin el depredador. Todos los depredadores tuvieron 24 horas de ayuno. Cada tratamiento se replicó 10 veces. Al cabo de 24 h se contó el número de individuos de la presa muertos, que se pueden reconocer indirectamente por marcas o el estado general (Fig. 22).

El número de individuos muertos se comparó entre tratamientos mediante ANOVA de dos factores, estado de desarrollo del depredador (adultos y ninfas) y estado de desarrollo de la presa (adulto, ninfa y huevo). Se aplicó a los datos la transformación raíz cuadrada. Posteriormente se utilizaron pruebas de Tukey para la comparación de medias y se consideró como nivel de significancia al 5%.



Figura 22. Hembra adulta de *N. californicus* depredada por una hembra adulta de *O. insidiosus*.

II.5. Depredación intragremio (DIG) entre *O. insidiosus* y *N. californicus*

Ensayo de no elección

Se realizó un ensayo de no elección para evaluar la depredación de *O. insidiosus* sobre diferentes estados de desarrollo de *N. californicus*. La unidad experimental fue la misma que la descrita en los ítems II.3 y II. 4 (Fig. 21).

Se estimó el consumo de una hembra adulta y una ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus* sobre adultos hembras, ninfas y huevos de *N. californicus*, individualmente en 24 horas. Se consideraron dos densidades de la presa intragremio e el experimento para determinar si la tasa de consumo influye en la depredación ya que se supone que

una mayor densidad aumentará la probabilidad de que el depredador encuentre una presa. Las densidades de la presa fueron 5 y 8 individuos, siendo las densidades relativas (1:5) y (1:8) (depredador:presa). Se realizaron 10 repeticiones para cada tratamiento. Se registró el número de individuos con signos de haber sido consumidos por *O. insidiosus*. Se realizó un ANOVA de tres factores y dado que los supuestos de homocedasticidad y normalidad (homogeneidad de varianzas, según la prueba de Levene, y normalidad según análisis gráfico de la distribución de residuos) no se cumplieron, se procedió a evaluar el número de individuos de la presa intragremio muertos por adultos hembras y ninfas del depredador intragremio, para las dos densidades de la presa intragremia mediante ANOVA de dos factores (estados de desarrollo del depredador intragremio y densidad de la presa intragremio), previa comprobación de los supuestos. El efecto del estado de desarrollo de la presa intragremio sobre el consumo para cada estadio del depredador y para cada densidad se analizó mediante la prueba dKruskal Wallis, ya que no se cumplieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Posteriormente, se hicieron comparaciones múltiples de los rangos. En todos los casos se consideró como nivel de significancia el 5%.

Para estimar la tasa de mortalidad de la presa intragremio o tasa de consumo del depredador intragremio se calculó la proporción de presas consumidas por *O. insidiosus* y se utilizó la corrección de Abbott (Rosenheim y Marjorie 1989) descrita anteriormente. El análisis estadístico de esta variable fue igual al descrito para el número de individuos consumidos, y se aplicó la transformación angular de los datos para el ANOVA. Se consideró como nivel de significancia el 5%.

Ensayo de elección

Complementariamente se realizaron pruebas de preferencia de consumo para hembras y ninfas de *O. insidiosus*, ofreciéndoles en un mismo evento 5 adultos hembras, 5 ninfas y 5 huevos de *N. californicus*, en cada unidad experimental (n=10) (Fig. 21), durante 24 horas. La preferencia de *O. insidiosus* sobre los diferentes estadios de *N. californicus* se analizó mediante el índice α de preferencia de Manly con densidad constante para la población de la presa (Manly *et al.* 1972, Krebs 1999, Fernández y San Miguel 2007).

$$\alpha_i = \frac{r_i}{n_i} \left(\frac{1}{\sum r_j/n_j} \right)$$

donde,

α = Índice de preferencia de Manly para la presa i

r_i, r_j = proporción de las especies i y j en la dieta (i y j= 1,2,...,m)

n_i, n_j = proporción de especies i y j en el medio

m = número de recursos (estadios de la presa)

Como en este caso existen tres tipos de presa, un valor de $\alpha = 0,33$ indicaría no preferencia, valores mayores revelarían preferencia y valores menores mostrarían que el depredador evita este tipo de presa.

II. 6. Control biológico de *F. occidentalis* por *O. insidiosus* en condiciones semicontroladas.

Se evaluó el control que ejerce *O. insidiosus* sobre *F. occidentalis* en plantas de frutilla en condiciones semicontroladas, durante el mes de octubre de 2014 (primavera) en el invernáculo del CEPAVE (Fig. 16), cuyas condiciones de temperatura promedio ($20\pm 2^\circ\text{C}$), humedad ($69\pm 1\%$) y fotoperíodo (13:11) fueron naturales. La unidad experimental consistió en una caja plástica de 30cm x 27cm x 25cm, con tapa fija recortada y cubierta con papel absorbente para permitir el intercambio de aire y evitar la condensación de humedad y la fuga de los insectos (Fig. 23a). Se colocaron dos plantas de frutilla en macetas, con dos hojas trifoliadas y una flor en cada una, respetando la distancia entre plantas que se usa a campo en este cultivo. En la base de cada planta, cubriendo la tierra de la maceta, se colocó papel blanco para facilitar la observación de los individuos depredados y las pupas que caen de las hojas al suelo para desarrollar su ciclo (Fig. 23b).

La densidad de trips por planta utilizada en el ensayo fue estimada a partir de los datos de campo (ver resultados III.1), que indicaron que en primavera suelen alcanzar un promedio de 2 adultos y 8 ninfas por flor y 1,5 ninfas por foliolo y la desinencia de *Orius* de acuerdo a lo investigado por González *et al* 2012.



Figura 23. Unidad experimental para evaluar el control biológico de *O. insidiosus* sobre *F. occidentalis* a semi campo. Vista externa (a) e interna (b) de la unidad experimental.

Los tratamientos fueron: 1) 8 ninfas de trips/flor + 2 ninfas de trips/folículo + 2 adultos de trips por planta + 1 pareja adulta de *O. insidiosus*; 2) 8 ninfas de trips/flor + 2 ninfas de trips/folículo + 2 adultos de trips por planta (sin depredador). Se realizaron 5 repeticiones para cada tratamiento y se contabilizaron los trips vivos a los 5 días.

El número de ninfas y adultos de trips vivos se comparó mediante ANOVA de una vía, al cumplirse los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Posteriormente, se hicieron comparaciones de las medias con la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0,05.

II. 7. Efecto de la DIG sobre el control de *T. urticae*

Para evaluar el efecto de la DIG de *O. insidiosus* sobre *N. californicus* en el control de *T. urticae* se realizó un ensayo (Ensayo 1) bajo condiciones controladas de laboratorio a nivel de folículo de frutilla que es la unidad más pequeña en la cual se producen las interacciones. Observaciones previas reflejan comportamientos de los depredadores en situaciones de confinamiento, que no tienen en cuenta sus movimientos dentro de la planta. Se realizó un segundo ensayo (ensayo 2) en condiciones de semicampo a nivel de planta para considerar tales movimientos que podrían disminuir la tasa de encuentro entre depredadores.

A continuación se describen las características experimentales de ambos ensayos. Ensayo 1): la unidad experimental consistió en un folículo de frutilla colocado sobre papel absorbente humedecido en una caja de Petri, bajo condiciones constantes a 25°C, 60-70% HR y 14:10 L:O (Fig. 21). Ensayo2): la unidad experimental fue una planta de frutilla en maceta, con dos hojas trifoliadas, colocada en una caja plástica, en condiciones semicontroladas, en el invernáculo experimental del CEPAVE durante el mes de septiembre (Fig. 23).

En el ensayo 1 los tratamientos fueron: T1: 20 hembras de *T. urticae* + 10 ninfas de *T. urticae* + 3 hembras de *N. californicus* + 3 ninfas de *N. californicus* + 1 hembra de *O. insidiosus*; T2: 20 hembras de *T. urticae* + 10 ninfas de *T. urticae* + 3 hembras de *N. californicus* + 3 ninfas de *N. californicus* + 1 ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus*; y T3: 20 hembras de *T. urticae* + 10 ninfas de *T. urticae* + 3 hembras de *N. californicus* + 3 ninfas de *N. californicus*, sin *O. insidiosus*. El tratamiento T3 fue considerado como tratamiento control. Cada tratamiento se replicó 10 veces.

Las densidades depredadores:presa fueron estimadas en base a los ensayos preliminares de tasa de consumo entre las interacciones depredador:presa y DIG.

En el ensayo 2 los tratamientos fueron: T1: 10 hembras de *T. urticae* + 2 hembras de *N. californicus* por folículo (60 y 12 individuos respectivamente por unidad experimental) + una pareja de *O. insidiosus* por unidad experimental; T2: 10 hembras de *T. urticae* + 2 hembras de *N. californicus* por folículo (60 y 12 individuos respectivamente por unidad experimental); y T3: 10 hembras de *T. urticae* por folículo (60 individuos por unidad experimental). Este último tratamiento se consideró como tratamiento control. Se realizaron cinco repeticiones para cada tratamiento.

Todas las hembras de los depredadores en ambos ensayos estuvieron previamente copuladas y con 24h de ayuno. Se contabilizó en cada unidad experimental el número de formas móviles (ninfas y adultos) de *T. urticae* y de *N. californicus* vivas a los 7 días. A partir de estos datos se estimó la tasa de crecimiento (r) de *T. urticae* y de *N. californicus*, relacionando el número de formas móviles de cada especie al inicio (N_0) y al final del mismo del ensayo (N_t), asumiendo que el crecimiento de las dos especies fue exponencial. Se utilizó la ecuación, $r = \ln (N_t/N_0) / \Delta t$, donde Δt fue igual a 7 días. En el ensayo 1, al no cumplirse los supuestos de homocedasticidad y normalidad que requiere el ANOVA, los datos se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y comparaciones múltiples de a pares mediante la prueba de Mann-Whitney. En el caso del ensayo 2, se utilizó ANOVA de una vía y la prueba de Tukey para la comparación de medias. Las variables de respuesta fueron la tasa de crecimiento de *T. urticae* y la tasa de crecimiento de *N. californicus*, mientras que la presencia por estado de *O. insidiosus* fue la variable predictora considerada como un factor fijo.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

III. 1. Especies de trips en el cultivo de frutilla del CHP y descripción de la abundancia poblacional.

Las especies de trips registradas en el cultivo de frutilla del CHP desde septiembre de 2012 a julio de 2014 fueron: *F. occidentalis*, *Frankliniella schulzei* (Trybom) y *Trips tabaci* (Lindeman) (Fig. 24).



Figura 24. Especies de trips presentes en el cultivo de frutilla del CHP en el período de estudio 2012-2014. De izquierda a derecha: *F. occidentalis*, *F. schulzei* y *T. tabaci*.

La especie *F. occidentalis* fue la que se encontró en mayor proporción seguida por *F. schulzei* y *T. tabaci* (Fig. 25).

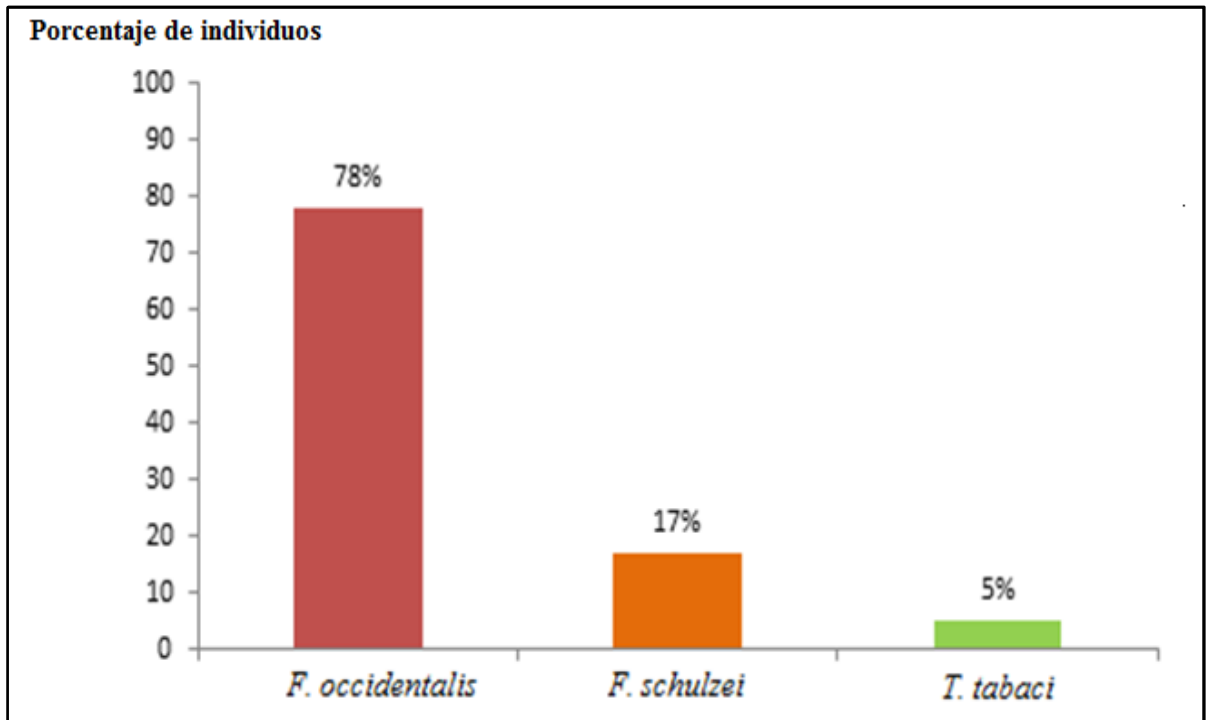


Figura 25. Porcentaje de individuos de las especies de trips presentes en lotes de frutilla del CHP durante el período 2012-2014.

La abundancia de ninfas de trips en la hoja fue mayor durante los meses de septiembre a diciembre, como así también la de los adultos en las flores. Así mismo, se registraron ninfas de trips en las flores en dos momentos del ciclo del cultivo: entre los meses de enero a julio y entre octubre y diciembre (Fig. 26).

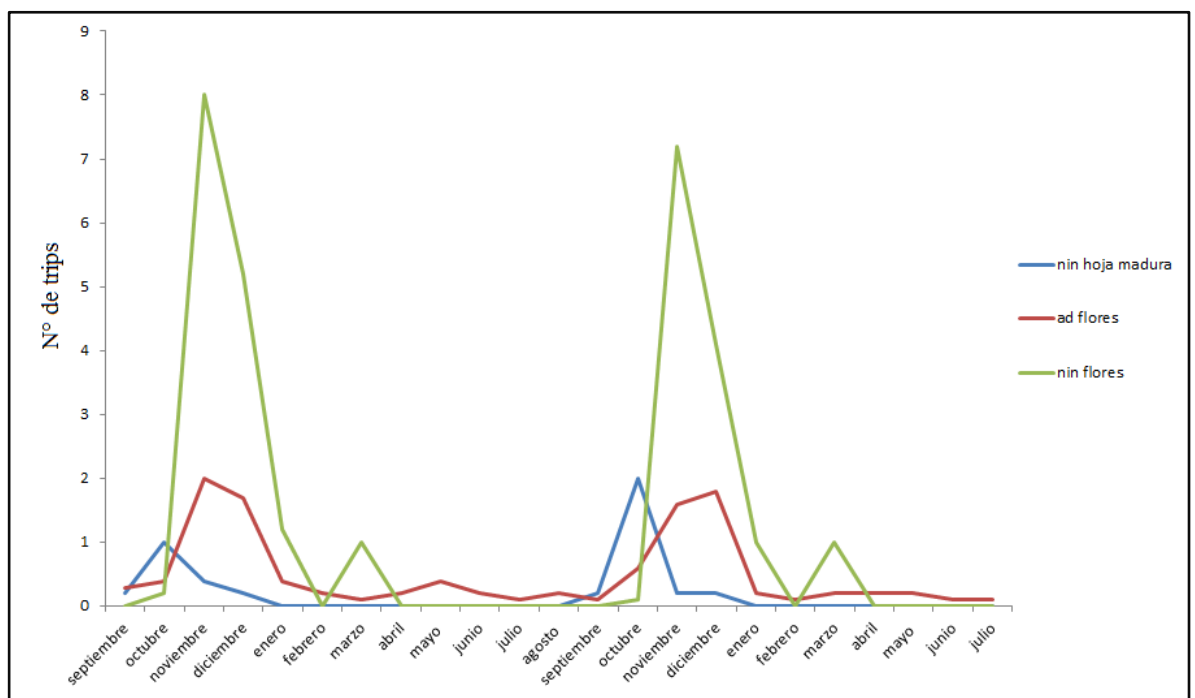


Figura 26. Abundancia de ninfas y adultos de trips en hojas maduras y flores en el cultivo de frutilla del CHP durante el período 2012-2014.

III. 2. Tasa de consumo de *O. insidiosus* sobre su presa principal, *F. occidentalis*

Tanto las hembras adultas como las ninfas de *O. insidiosus* consumieron individuos de *F. occidentalis*. El número de individuos muertos en los tratamientos con hembras adultas del depredador fue mayor que en los tratamientos con ninfas de tercer estadio ($H_{(1, N=40)}=23,04$; $P<0,01$). Las hembras adultas del depredador consumieron un número semejante de ninfas (entre 18 y 25 individuos) que de adultos de trips (entre 17 y 23 individuos) ($F= 3,76$; $gl=1,18$; $P=0,07$); mientras que las ninfas consumieron mayor número de ninfas (entre 9 y 19 individuos) que de adultos (entre 8 y 10 individuos) de la presa ($H_{(1, N=20)}=11,68$; $P<0,01$) (Fig. 27).

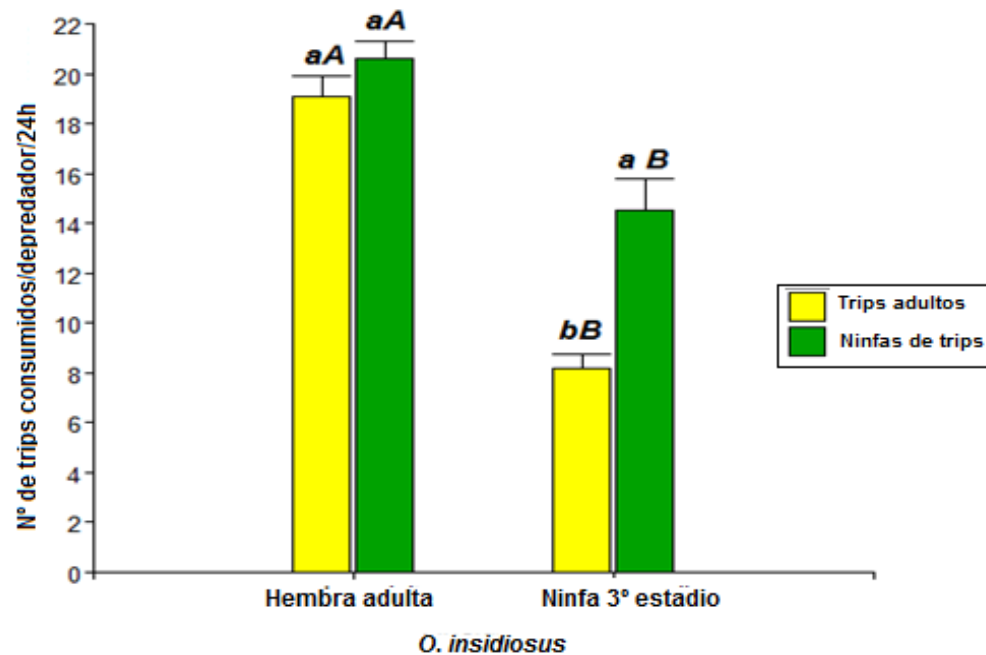


Figura 27. Promedio (+ error estándar) de individuos de *F. occidentalis* consumidos por diferentes estados de desarrollo de *O. insidiosus* en 24 h. Letras minúsculas iguales dentro de los estados de *O. insidiosus* señalan diferencias no significativas en el consumo de distintos estados de desarrollo de *F. occidentalis*. Letras mayúsculas iguales indican diferencias no significativas en el consumo de iguales estadios de trips por parte de hembra adulta y ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus* ($P<0,05$; Test de Tukey).

La tasa de consumo de las hembras adultas fue mayor que la de las ninfas de tercer estadio ($H_{(1, N=40)}=21,93$; $P<0,01$). Por otra parte, la tasa de consumo de las hembras adultas fue semejante sobre ninfas y adultos de *F. occidentalis* ($F=1,85$; $gl=1, 18$; $P=0,19$) pero la de las ninfas fue mayor sobre ninfas de la presa que sobre los adultos ($H_{(1, N=20)}=11,59$; $P<0,01$). Las tasas de consumo corregidas fueron similares a las obtenidas sin considerar el control (Tabla I).

Tabla I. Tasa de consumo (proporción promedio \pm error estándar) de una hembra adulta y una ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus* sobre adultos y ninfas de *F. occidentalis* luego de 24 h. Letra iguales en las columnas indican diferencias no significativas.

<i>O. insidiosus</i>	<i>F. occidentalis</i>			
	Adultos		Ninfas	
	M	Mc	M	Mc
Hembra adulta	0,653 \pm 0,023	0,647 \pm 0,024a	0,700 \pm 0,024	0,696 \pm 0,024a
Ninfa 3° estadio	0,290 \pm 0,019	0,278 \pm 0,0186a	0,496 \pm 0,041	0,489 \pm 0,0418b

M: Mortalidad

Mc: Mortalidad corregida (Abbott)

III.3. Tasa de consumo de arañuelas, *T. urticae*, por el depredador *O. insidiosus*.

En los tratamientos sin depredador (controles) el número de individuos vivos no varió en las 24h de duración del ensayo, por lo cual no se aplicó la corrección de Abbott. Tanto las hembras adultas como las ninfas de tercer estadio de *O. insidiosus* consumieron hembras adultas, ninfas y huevos de *T. urticae*. Se encontraron diferencias significativas en el consumo, entre los estados de desarrollo de la presa, siendo significativa la interacción entre ambos factores (Tabla II).

Las hembras adultas de *O. insidiosus* consumieron significativamente más hembras y ninfas y menos huevos de *T. urticae*. Las ninfas de tercer estadio de *O. insidiosus* consumieron un número similar de hembras y ninfas de *T. urticae*, y menos huevos. A su vez, las hembras de *O. insidiosus* consumieron significativamente más presas en estado adulto y ninfal, que las ninfas del tercer estadio, mientras que tanto hembras como ninfas de *O. insidiosus* comieron una cantidad similar de huevos (Tabla III).

Tabla II. Resultados del ANOVA de dos factores para la tasa de consumo (número de individuos consumidos por depredador por día) de huevos, ninfas y adulto de *T. urticae* por hembras adultas y ninfas del depredador *O. insidiosus*.

Fuentes de variación	g.l.	F	P
Estados del depredador	1	30,77	<0,001
Estados de la presa	2	86,79	<0,001
Estados del depredador * Estados de la presa	2	3,07	0,054
Error	54		

Tabla III. Promedio \pm DE de la tasa de consumo de *O. insidiosus* (número de individuos consumidos por depredador por día) sobre hembras adultas, ninfas y huevos de *T. urticae* bajo condiciones de laboratorio.

<i>T. urticae</i>			
	Hembras	Ninfas	Huevos
<i>O. insidiosus</i>			
Hembra adulta	11,000 \pm 2,075 A (a)	11,400 \pm 3,223 A (a)	1,700 \pm 0,792 B (a)
Ninfa 3º estadio	5,000 \pm 1,952 A (b)	7,300 \pm 2,581 B (b)	1,300 \pm 1,031 C (a)

Letras mayúsculas iguales en las filas indican diferencias no significativas entre las tasas de consumo de *O. insidiosus* sobre hembras, ninfas y huevos de *T. urticae*. Letras minúsculas iguales en las columnas indican diferencias no significativas entre las tasas de consumo de hembra adulta, ninfas o huevos por parte de hembra adulta y ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus*. ($P < 0,05$; Test de Tukey).

III. 4. Depredación intragremio de *O. insidiosus* sobre *N. californicus*

Ensayos de no elección

El número de individuos de *N. californicus* consumidos por adultos hembra y ninfas de tercer estadio de *O. insidiosus* fue semejante y no se encontró diferencia significativa de esta variable para las dos densidades de la presa intragremio (ANOVA de dos factores: $F_{\text{estados del depredador}} = 2,54$; $gl=1$, 116; $P=0,114$ y $F_{\text{densidad de la presa}} = 3,32$; $gl=1$, 116; $P=0,07$). Tampoco se detectó una interacción significativa entre las variables consideradas ($F_{\text{estados del depredador} * \text{densidad de la presa}} = 0,21$; $gl=1$, 116; $P=0,650$, aunque se observó una ligera tendencia de un mayor consumo para las ninfas de *O. insidiosus* cuando la densidad de la presa intragremio fue menor (Fig. 28).

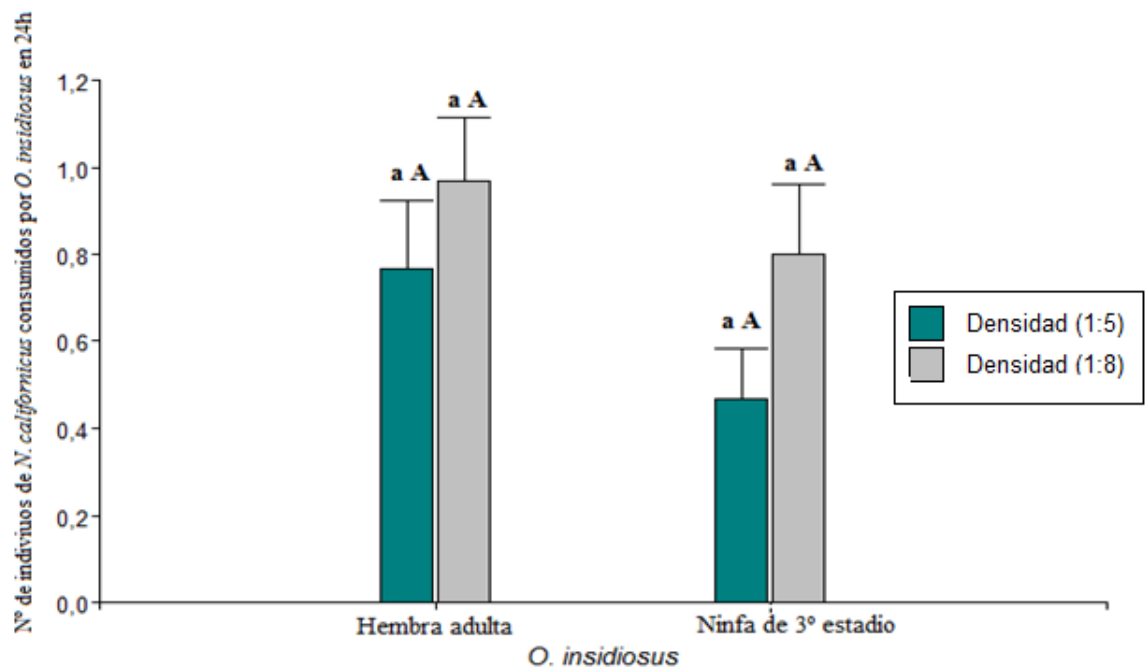


Figura 28. Promedio \pm error estándar del número de individuos de *N. californicus* consumidos por una hembra adulta y una ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus* durante 24 horas, a dos densidades (1:5 y 1:8 depredador intragremio: presa intragremio). Letras iguales en cada grupo y entre grupos de barras indican diferencias no significativas.

Tanto las hembras adultas como las ninfas de *O. insidiosus* consumieron individuos de los tres estados de desarrollo de *N. californicus*. En el caso de las hembras adultas, cuando la densidad de la presa fue de 5 individuos, se detectaron diferencias significativas en el consumo de los distintos estados de la presa ($H_{2(N=30)}=3,56$; $P<0,01$), siendo menor el número de huevos que de ninfas y adultos consumidos. Sin embargo, cuando la densidad de la presa fue de 8 individuos el consumo no aumentó ($H_{2(N=30)}=3,56$; $P<0,168$) (Fig. 29). Con respecto al consumo de las ninfas de tercer estadio de *O. insidiosus* se encontraron diferencias significativas para ambas densidades ensayadas ($H_{2(N=30)}= 5,65$; $P<0,05$ y $H_{2(N=30)}=11,03$; $P<0,01$ respectivamente), consumiendo mucho menos huevos de *N. californicus* que de las otras presas ofrecidas (Fig. 29).

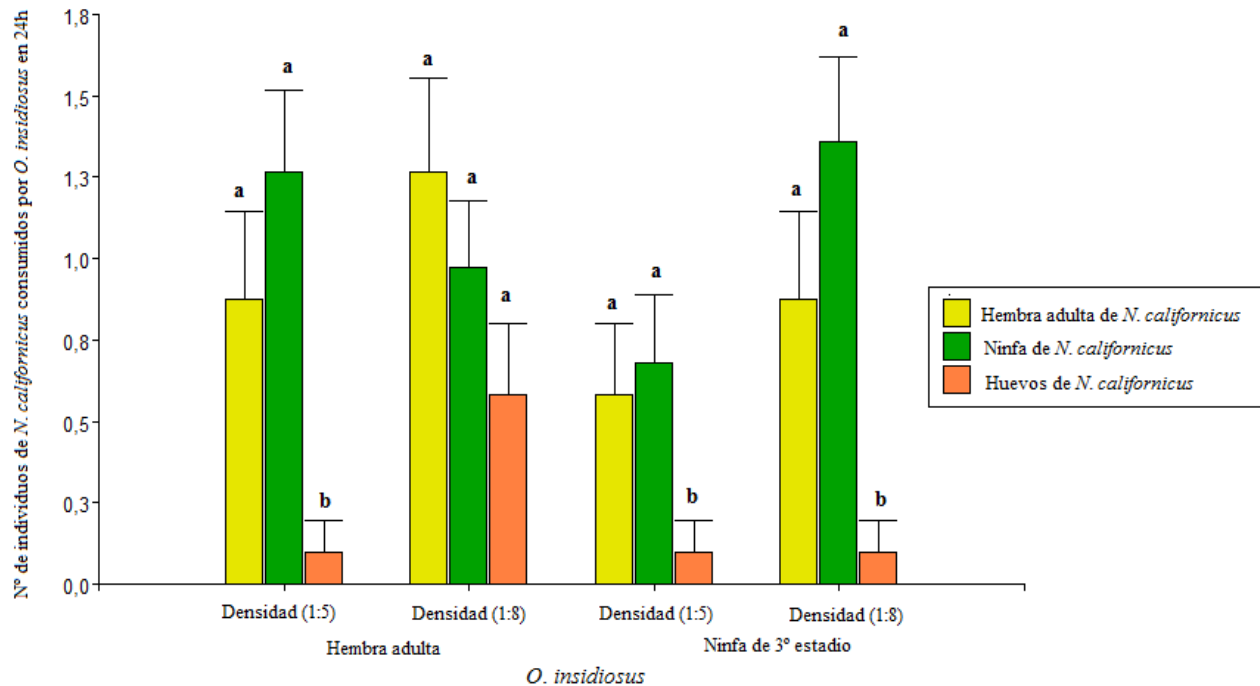


Figura 29. Promedio \pm error estándar del número de hembras, ninfas y huevos de *N. californicus* consumidos por una hembra adulta y una ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus* durante 24 horas, a dos densidades (1:5 y 1:8 depredador intragremio: presa intragremio). Letras iguales en cada grupo de barras indican diferencias no significativas.

La tasa de mortalidad calculada a partir del registro de los individuos vivos en los tratamientos con depredador en relación al número inicial en tales tratamientos, fue corregida mediante la fórmula de Abbott, que los compara con el número de individuos vivos en el control al final del ensayo (Tabla IV). El análisis de la tasa de consumo de las hembras adultas y de las ninfas de *O. insidiosus* sobre *N. californicus* mostró que fueron semejantes ($F=1,39063$; $gl=1, 116$; $P=0,241$). Cuando la densidad de la presa intragremio fue de 5 individuos la tasa de consumo resultó menor que cuando la densidad fue de 8 individuos ($F=6,94106$; $gl= 1; 116$; $P<0,01$), y la interacción entre el estado de desarrollo del depredador y la densidad de la presa no fue significativa ($F=0,08$; $gl= 1; 116$; $P=0,778$) (Tabla IV). En cuanto a los distintos estados de desarrollo de la presa, la tasa de consumo de las hembras adultas de *O. insidiosus* fue menor sobre huevos a densidades de presa de 5 individuos ($H_{2(N=30)}=6,36$; $P=0,041$), y también a densidades de 8 individuos de la presa ($H_{2(N=30)}=4,33$; $P<0,001$) (Tabla IV). Con respecto a la tasa de consumo corregida de las ninfas de *O. insidiosus* sobre distintos estados de desarrollo de *N. californicus*, la misma no fue significativa cuando la densidad de presas fue de 5 individuos ($H_{2(N=30)}=2,97$; $P=0,226$), mientras que cuando fue de 8 individuos, el depredador consumió menos huevos que ninfas y hembras adultas ($H_{2(N=30)}=14,58$; $P<0,001$).

Tabla IV. Tasa de consumo de *O. insidiosus* sobre hembras, ninfas y huevos de *N. californicus* en densidades (1:5) y (1:8), (promedio± error estándar).

		<i>N. californicus</i>					
		Hembra adulta		Ninfa		Huevos	
<i>O. insidiosus</i>	Densidad	M	Mc	M	Mc	M	Mc
Hembra adulta	(1:5)	0,30±0,047	0,165±0,0522 a B	0,38±0,069	0,183±0,0763 a B	0,02±0,02	0,0002±0,0002 b B
	(1:8)	0,28±0,037	0,267±0,0413 a A	0,262±0,029	0,239±0,0387 a A	0,01±0,0312	0,001±0,00031 b A
Ninfa 3º estadio	(1:5)	0,26±0,06	0,14±0,0061 a B	0,24±0,049	0,009±0,0476 a B	0,02±0,02	0,00002±0,00002 a B
	(1:8)	0,20±0,038	0,176±0,0422 a AB	0,275±0,044	0,251±0,0522 a A	0,02±0,0167	0,00025±0,00016 b AB

Letras minúsculas iguales en las filas indican diferencias no significativas entre las tasas de consumo de *O. insidiosus* sobre hembras, ninfas y huevos de *N. californicus* en dos densidades (1:5) y (1:8) (*O. insidiosus*: *N. californicus*). Letras mayúsculas iguales en las columnas indican diferencias no significativas entre las tasas de consumo de hembra adulta y ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus* sobre cada estadio de *N. californicus*, ($P < 0,05$; Test de Kruskal Wallis). M: Mortalidad, MC: Mortalidad Corregida.

Estos resultados indican que aún sin depredadores el número inicial disminuyó, probablemente debido a la elevada tasa de escape de *N. californicus* de la unidad experimental.

Ensayos de elección

En la prueba de elección se detectaron diferencias en el consumo de los distintos estados de desarrollo de *N. californicus* (Tabla V)

Tabla V. Valores del Índice de preferencia α de Mainly para hembras adultas y ninfas de *O. insidiosus* con diferentes estados de *N. californicus* ofrecidos como presas.

	<i>N. californicus</i>		
	Huevos	Ninfas	Hembras
<i>O. insidiosus</i>			
Hembra adulta	0,08	0,54	0,38
Ninfa 3° estadio	0,09	0,64	0,27

El análisis de la preferencia de consumo del depredador intragremio por las presas intragremio ofrecidas de acuerdo al Índice α de Manly son coincidentes con los resultados de los ensayos de la tasa de consumo, por cuanto se observó que la hembra adulta de *O. insidiosus* también elige alimentarse de ninfas y hembras adultas de *N. californicus* ; mientras que la ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus* prefiere alimentarse de ninfas.

III. 5. Control biológico de *F. occidentalis* por *O. insidiosus* a semicampo

Se detectaron diferencias significativas para el número de trips vivos en presencia o no del depredador *O. insidiosus* ($F=120,62$; $gl=1,4$; $P<0,0001$), luego de cinco días de evaluación (Fig. 30).

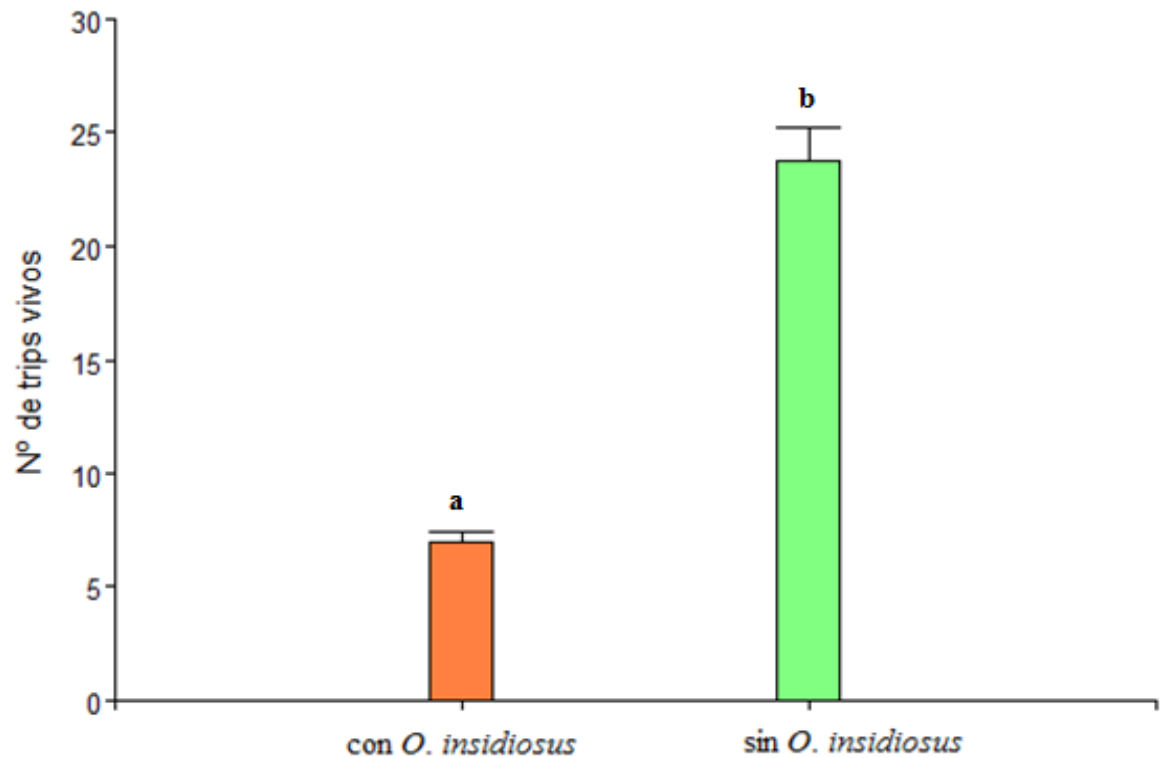


Figura 30. Número de individuos de *F. occidentalis* vivos, de un total de 32 inicial, luego de 5 días con y sin el depredador *O. insidiosus*. Las barras indican el error estándar. Letras iguales indican diferencias no significativas ($P < 0,05$; Test de Tukey).

Haciendo un análisis por estado de la presa se encontraron diferencias significativas para el número de ninfas vivas con y sin depredador (Fig. 31) ($F=166$; $gl=1,4$; $P<0,001$); mientras que, para el número de adultos vivos no se detectaron diferencias significativas entre los dos tratamientos evaluados ($F=0,17$; $gl=1,4$; $P=0,6938$).

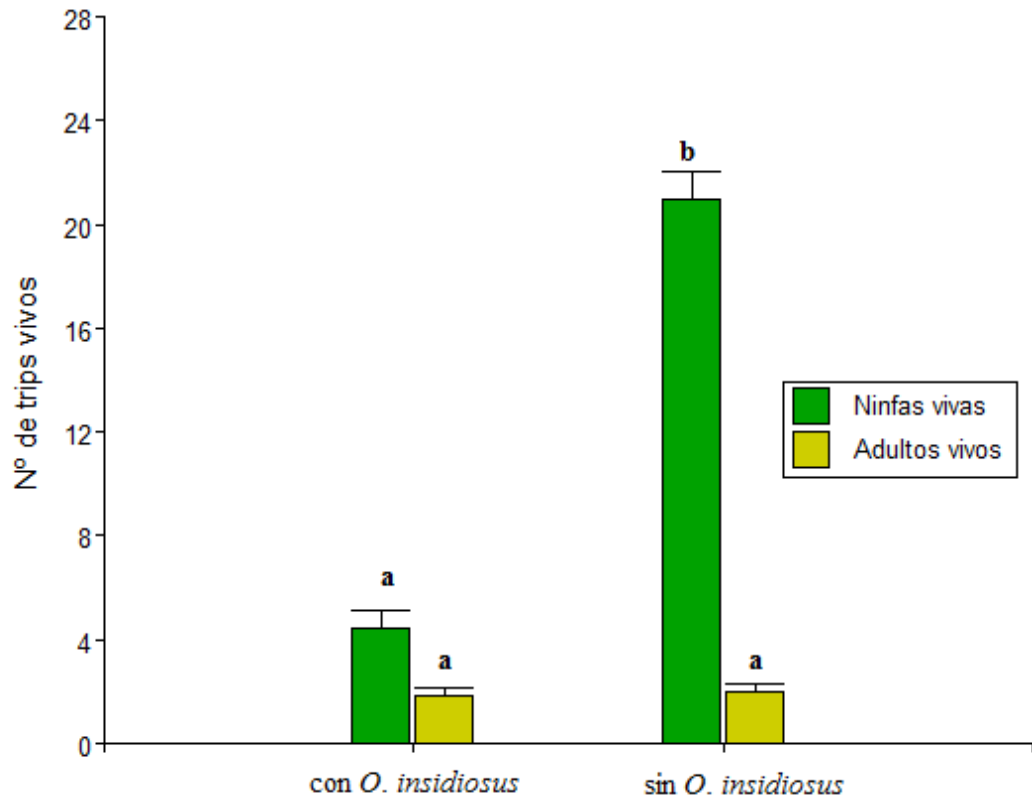


Figura 31. Número de adultos y ninfas de *F. occidentalis* vivas luego de cinco días de interacción (presencia-ausencia) de hembras adultas de *O. insidiosus*. Las barras indican el error estándar. Letras diferentes en columnas del mismo color indican diferencias no significativas ($P < 0,05$; Test de Tukey).

III. 6. Efecto de la depredación intragremio sobre el control biológico de *T. urticae*

En el ensayo 1, sobre un folíolo de frutilla y en condiciones controladas de laboratorio, la tasa de crecimiento de *T. urticae* presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($H_{2, 29} = 23,66$; $p < 0,001$), siendo mayor en el tratamiento sin *O. insidiosus* que en presencia de este depredador. A su vez, la tasa de crecimiento de arañuelas fue mayor en presencia de una ninfa de *O. insidiosus* ($P = 0,054$) que de una hembra ($P < 0,001$). Entre estos dos últimos tratamientos la tasa de crecimiento de *T. urticae* fue también significativamente diferente ($P = 0,032$), siendo menor, y de signo negativo, en presencia de hembras de *O. insidiosus* que de ninfas (Fig. 32).

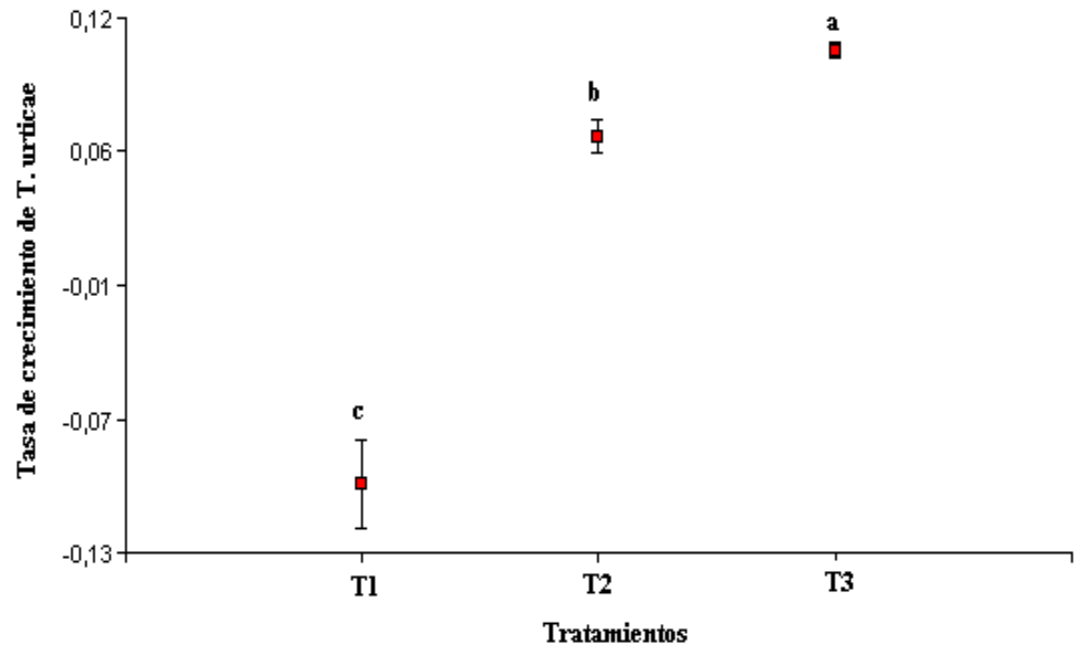


Figura 32. Tasa de crecimiento (r) de *T. urticae* sobre un folíolo de frutilla, en condiciones controladas de laboratorio. T1: con *N. californicus* y una hembra de *O. insidiosus*, T2: con *N. californicus* y una ninfa de *O. insidiosus*, T3: con *N. californicus* y sin *O. insidiosus*. Promedio \pm error estándar.

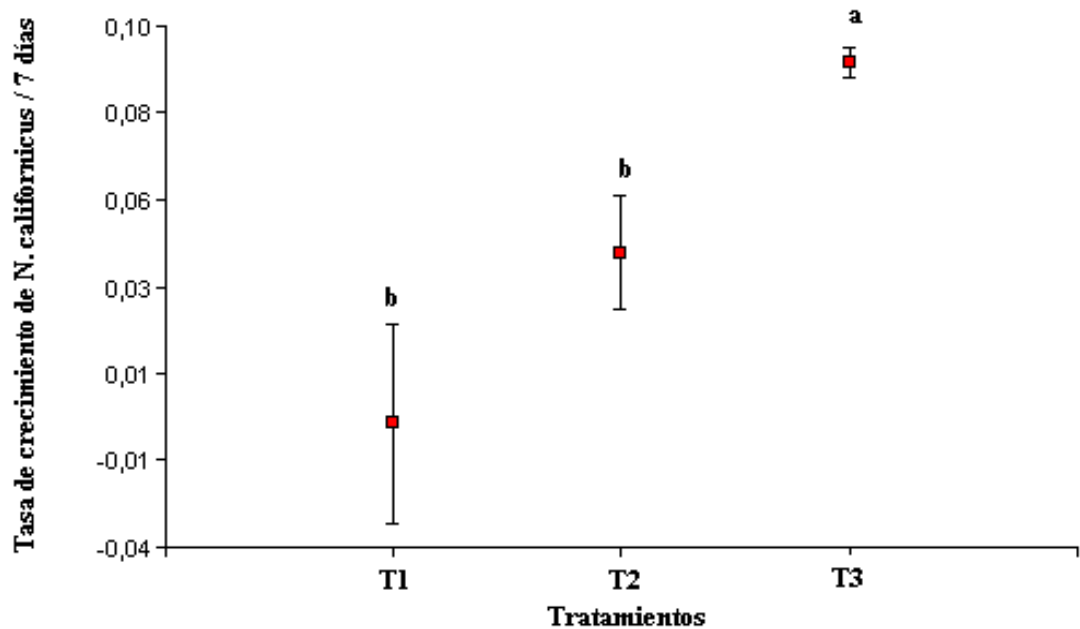


Figura 33. Tasa de crecimiento (r) de *N. californicus* sobre un folíolo de frutilla y en condiciones controladas de laboratorio. T1: con la presa *T. urticae* y en presencia de una hembra adulta de *O. insidiosus*, T2: con la presa *T. urticae* y en presencia de una ninfa de tercer estadio de *O. insidiosus*, T3: con la presa *T. urticae* y sin *O. insidiosus*. Promedio \pm error estándar.

En la tasa de crecimiento de *N. californicus* se detectaron diferencias significativas ($H_{2, 29} = 16,22$; $P = 0,003$). Fue mayor en el tratamiento T3: interacción *T. urticae* y *N. californicus* sin *O. insidiosus*, en relación a los tratamientos T1 ($P < 0,001$) y T2 ($P < 0,01$), en los que la interacción incluyó al depredador *O. insidiosus* en estado adulto y en estado de ninfa de tercer estadio, respectivamente (Fig. 33). Entre T1 y T2 la tasa de incremento de *N. californicus* no fue significativamente diferente ($P = 0,636$).

En el ensayo 2, en una planta como unidad experimental, la tasa de crecimiento de *T. urticae* presentó diferencias significativas entre tratamientos ($F = 24,480$; $gl = 2, 12$; $P < 0,001$). Esta tasa fue mayor sin depredadores (T3) que en presencia de *N. californicus* (T2) ($P < 0,001$) y de ambos depredadores juntos (T1) ($P < 0,001$). En los tratamientos con depredadores, la tasa de incremento de la arañuela fue negativa (Fig. 34). Se observó una tendencia hacia una tasa de crecimiento de *T. urticae* menor con ambos depredadores que la estimada en presencia únicamente de su principal depredador *N. californicus*, pero la diferencia no fue significativa ($P = 0,107$).

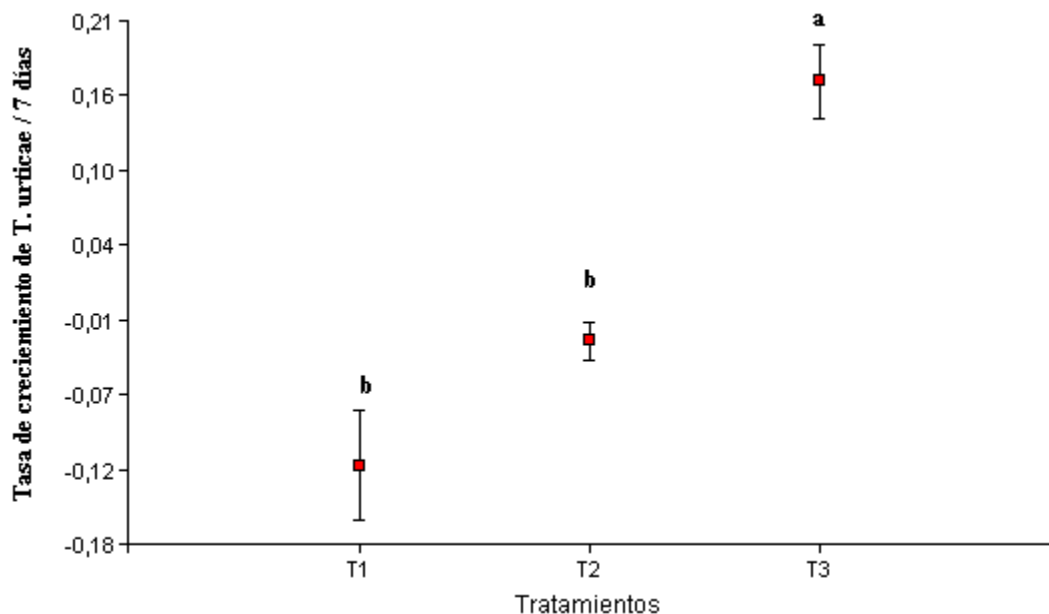


Figura 34. Tasa de crecimiento (r) de *T. urticae* en una planta de frutilla, luego de siete días en presencia de *N. californicus* y *O. insidiosus* (T1), en presencia de *N. californicus* (T2) y sin depredadores (T3). Promedio \pm Error Estándar.

En el análisis de la tasa de crecimiento para *N. californicus* se observó una tendencia hacia una tasa menor en presencia de *O. insidiosus*, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($F = 4,12$; $gl = 2, 8$; $P = 0,08$) entre los dos tratamientos, con *O. insidiosus* (T1) y sin *O. insidiosus* (T2) y las tasas de crecimiento fueron positivas en ambos casos (Fig. 37).

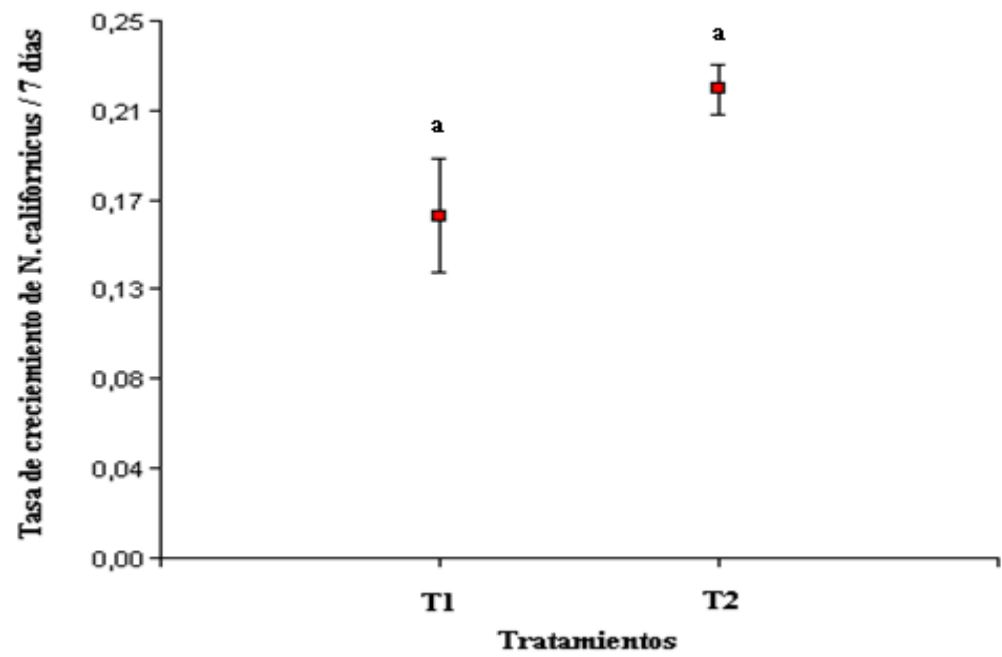


Figura 35. Tasa de crecimiento (r) de *N. californicus* en plantas de frutilla luego de siete días de interacción con *T. urticae*, en presencia (T1) o ausencia (T2) de *O. insidiosus*, en condiciones de semi campo. Promedio \pm error estándar.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

En este trabajo de tesis se registró un complejo de tres especies de trips en los cultivos de frutilla del CHP, conformado por *F. occidentalis*, *F. schulzei* y *T. tabaci*. La especie que se encontró con mayor frecuencia en el periodo de estudio fue *F. occidentalis*. Carrizo (1998b) y Carrizo y Klasman (2002) encontraron que es la especie de trips más frecuente en plantas silvestres del CHP y su presencia está influenciada por las mismas y los cultivos aledaños. Los niveles poblacionales de trips alcanzaron valores máximos en los meses de primavera y de verano en todos los sitios evaluados (hasta 10 trips/flor), que coincidieron con un elevado número de flores en el cultivo. Teniendo en cuenta el nivel de daño establecido por Coll *et al* (2007) para *F. occidentalis* en plantas de frutilla en Israel, de 10 a 24 trips/flor, las densidades promedio encontradas en este estudio estarían por debajo de ese nivel. Mayores abundancias (15-25 trips/flor) fueron registradas en cultivos de frutilla en Turquía por Atakan (2011).

Los depredadores del género *Orius* son los principales enemigos naturales del trips de las flores, *F. occidentalis* (Atakan, 2011, Bueno *et al.* 2006, Bueno 2009, Coll *et al.* 2007, González *et al.* 1999). En el presente estudio, las hembras adultas de *O. insidiosus* consumieron un número semejante de ninfas y adultos de *F. occidentalis* (21 y 19,2 ninfas y adultos/día, respectivamente). Por otra parte, las ninfas de tercer estadio del depredador consumieron más ninfas (15 /día) que adultos de trips (8 /día), probablemente debido a la relación de tamaño con la presa y al tiempo de manipuleo. Pantoja (2009), por medio de ensayos en laboratorio con las mismas densidades utilizadas en esta investigación, observó tasas de depredación de *O. insidiosus* similares a las obtenidas aquí, registrando un consumo diario de 23 y 10,7 trips adultos/día por una hembra adulta y una ninfa de tercer estadio, respectivamente en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). También Massó *et al.* (2007) estimaron una tasa de consumo de 21 trips adultos/día por hembra adulta de *O. insidiosus* sobre hojas de papa, bajo condiciones de laboratorio.

Orius insidiosus es un depredador polífago, y se ha reportado que en ausencia de su presa principal puede sobrevivir alimentándose de otros fitófagos (Waite 2012). En este estudio se encontró que, aún cuando *T. urticae* no es la presa principal, una hembra adulta de *O. insidiosus* puede consumir diariamente adultos, ninfas y huevos de este fitófago en hojas de frutilla en condiciones controladas de laboratorio y sin opción de otras presas. Esto coincide con lo encontrado por Xu *et al.* (2006) en hojas de poroto.

En esta investigación se comprobó además la existencia de DIG de *O. insidiosus* sobre todos los estados de *N. californicus*, y su preferencia sobre las hembras y las ninfas. La DIG unilateral puede influenciar negativamente el control de un determinado fitófago, ya que al disminuir la abundancia del enemigo natural principal por depredación de un enemigo natural intragremio, los niveles poblacionales del fitófago pueden superar el umbral de daño económico (Rosenheim y Harmon 2006). Evitar la DIG puede ser un mecanismo para la coexistencia de ambos depredadores. Existen evidencias sobre el comportamiento antidepredación de la presa intragremio *Neoseiulus cucumeris* Oudemans (Acari: Phytoseiidae) frente al depredador intragremio *O. laevigatus* (Magalhaes *et al.* 2004), siendo *F. occidentalis* la presa compartida.

Al analizar en este estudio el efecto de la DIG en el control de *T. urticae* en frutilla a nivel del folíolo y a nivel de planta se observó que *O. insidiosus* influyó positivamente en la mortalidad de este fitófago, presumiblemente por su preferencia por la presa secundaria en lugar de la presa intragremio. Esto pudo deberse a la diferencia en la velocidad de desplazamiento que existe entre el ácaro fitófago y el ácaro depredador (Castagnoli y Simoni 2003), siendo este último más rápido y activo, lo que confiere mayor posibilidad de escape. Por otra parte, la presa intragremio, en este caso el ácaro depredador, podría reconocer la presencia del depredador intragremio y escapar para evadirlo. Los resultados sobre la tasa de crecimiento de *N. californicus* en presencia de *O. insidiosus* a nivel de folíolo y de planta indican que ésta fue mayor a la escala de planta, sugiriendo que la tasa de encuentros entre los depredadores sería menor que en la situación de confinamiento que implicó el ensayo con un folíolo como unidad experimental. Shakya *et al.* (2010) demostraron que *N. cucumeris* tiene la capacidad de reconocer a su depredador intragremio *O. laevigatus* y refugiarse en flores de frutilla, generando que la DIG entre los dos principales enemigos naturales de *F. occidentalis* disminuya por la capacidad que tiene la presa intragremio (*N. cucumeris*) de reconocer señales químicas generadas por el depredador (*O. laevigatus*) cuando consume su presa principal, y de esta manera evitar la tasa de encuentro entre los dos depredadores. Esto conlleva a que se mantengan los niveles poblacionales elevados de los dos enemigos naturales y que se reduzca al máximo el número de individuos de la plaga.

Al analizar la tasa de crecimiento de *T. urticae* en los dos tipos de ensayos realizados en la presente investigación se detectaron diferencias significativas entre el tratamiento sin depredadores en relación a los tratamientos en los que interactuaron el enemigo principal (*N. californicus*) y el enemigo secundario (*O. insidiosus*), de manera individual y conjunta.

Por otra parte, la tasa de crecimiento de *N. californicus* en presencia de *O. insidiosus* fue menor en condiciones de confinamiento sobre un folíolo pero no disminuyó significativamente a escala de planta, como se mencionó anteriormente. Estos resultados permiten inferir que la DIG de *O. insidiosus* sobre *N. californicus* no afectaría el control de *T. urticae*, siendo por el contrario beneficioso para disminuir los niveles poblacionales de esta plaga, a través de una acción sinérgica entre ambos depredadores para el control de *T. urticae*. Greco *et al.* (2005) y Greco *et al.* (2011), considerando la relación 2:1 (presa: depredador), similar a la de esta investigación, encontraron que la tasa de crecimiento promedio de la arañuela fue mayor cuando el depredador estuvo ausente (0,407) que cuando estuvo presente (0,158). En esta tesis, la tasa de crecimiento fue menor e incluso negativa en presencia de *O. insidiosus*.

Cabe considerar que los ensayos simulaban un escenario sin la presa principal para *O. insidiosus*, es decir condiciones de escacés o ausencia de trips, que ocurrían al final de la interacción depredador-presa entre *O. insidiosus*-*F. occidentalis*. En presencia de *F. occidentalis* la mortalidad sobre *T. urticae*, y también la DIG, podrían disminuir sin verse afectada, de todos modos, la interacción *N. californicus*-*T. urticae*.

Neoseiulus californicus no es el principal enemigo de trips, sin embargo, es conocido que individuos adultos de este depredador pueden alimentarse de ninfas de esta plaga para sobrevivir. En aplicaciones hechas en el cultivo de frutilla (500 a 1000 phytoseidos/m²) en Valencia, España, González *et al* (1999) demostraron que *N.*

californicus no es bueno controlando las poblaciones de trips, pero se encuentra su asociación cuando no está presente su presa principal, la arañuela de las dos manchas.

El control biológico aumentativo consiste en incrementar los niveles poblacionales de un determinado agente en cultivos donde naturalmente su población es baja o escasa para limitar un determinado fitófago o plaga (Bueno 2009). Los resultados de este estudio sugieren que *O. insidiosus* disminuiría significativamente los niveles poblacionales de *F. occidentalis* en el cultivo de frutilla bajo condiciones de invernáculo, consumiendo preferentemente los estadios ninfales. Lefebvre *et al.* (2013), obtuvieron un control significativo de trips mediante una liberación de *O. insidiosus* en plantas de frutilla infestadas con trips (*F. schultzei* y *Frankliniella* sp) en la provincia de Tucumán, Argentina.

La Figura 36 resume las interacciones tróficas encontradas en este trabajo y la intensidad relativa de cada una de ellas según los resultados obtenidos. En relación a las hipótesis planteadas, se comprobó la depredación de *O. insidiosus* tanto sobre su presa principal, *F. occidentalis* como sobre la presa alternativa *T. urticae*. También se demostró la depredación intragremio de *O. insidiosus* sobre *N. californicus*. Sin embargo, los resultados de experimentos a semicampo permiten deducir que esta última interacción trófica sería débil y sugieren rechazar la hipótesis de que la depredación intragremio afecta negativamente el control de *T. urticae* por *N. californicus*.

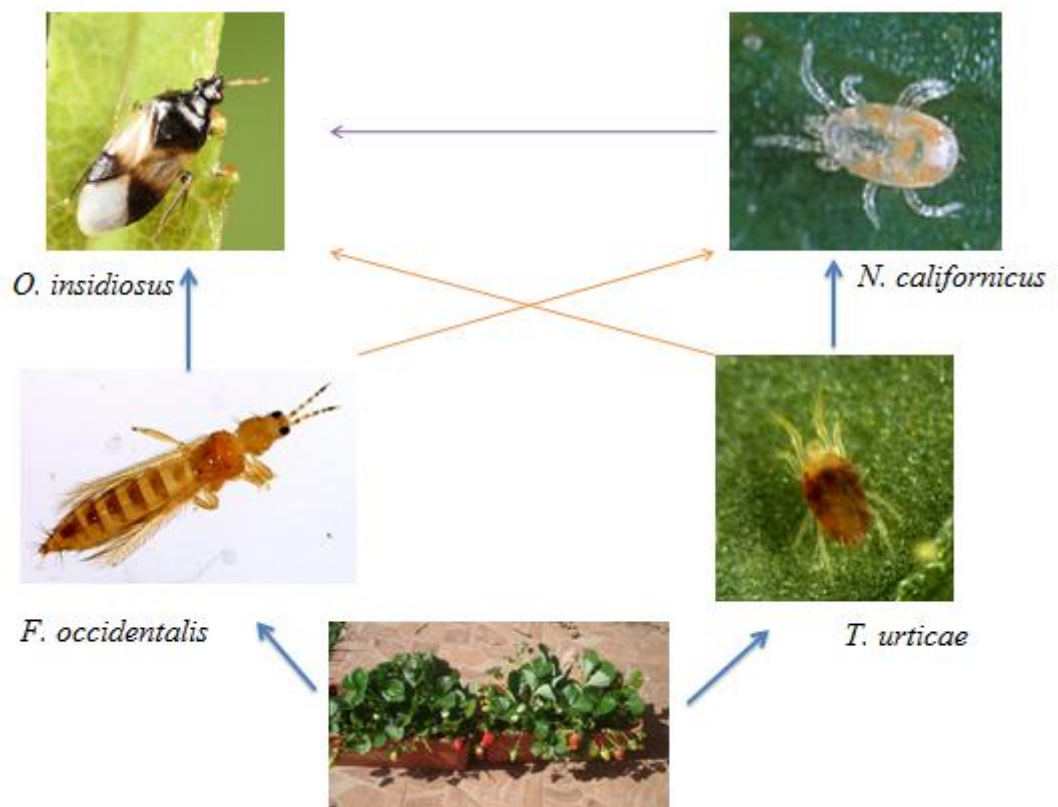


Figura 36. Relaciones tróficas encontradas entre fitófagos y depredadores presentes en el cultivo de frutilla. Líneas gruesas señalan interacciones fuertes y líneas delgadas indican interacciones leves.

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten además inferir la compatibilidad de liberaciones de *O. insidiosus* para el control de trips con el plan de manejo de la arañuela de las dos manchas (Greco et al. 2011), basado en la conservación de su principal depredador *N. californicus*, ya que la DIG no afectaría negativamente el control de esta plaga. Sin embargo, la dispersión de *N. californicus* hacia las flores cuando la densidad de arañuelas es baja en las hojas (Alonso et al. 2015), podría aumentar la tasa de encuentros con el depredador intragremio afectando negativamente el crecimiento de sus poblaciones, con consecuencias sobre el control de subsecuentes incrementos de la plaga. Este aspecto está siendo estudiado por investigadores del grupo de Ecología de Plagas y Control Biológico del CEPAVE.

Bibliografía

- Abad-Moyano, R., Pina, T., Dembilio, O., Ferragut, F. y Urbaneja, A. 2009. Survey of natural enemies of spider mites (Acari: Tetranychidae) in citrus orchards in eastern Spain. *Experimental and Applied Acarology*, 47: 49-61.
- Adlercreutz, E. 2013. Producción e ingreso bruto de frutilla según su fecha de plantación. INTA, AER Mar del Plata. Argentina, Mar del Plata. 4 pp.
- Aimee B., McSorley R. y Liburd O. 2008. Effect of the biological control agent *Neoseiulus californicus* (Acari:Phytoseiidae) on arthropod community structure in North Florida strawberry fields. *Florida Entomologist*, 91 (3): 436- 445 pp.
- Albendín G., García M. y Molina J. 2012. Ciclo biológico, seguimiento de la evolución de poblaciones y métodos de control de la plaga: El trips de las flores y su control en el cultivo de la fresa. IFAPA. Alcalá del Río. Sevilla-España. 34-38 pp.
- Alonso M.; Pascua M., Nuñez Naranjo D., Rocca M. y Greco N. 2015. Interacción entre *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) y *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de frutilla. IX Congreso Argentino de Entomología. 20 al 22 de mayo de 2015, Posadas, Misiones, Argentina.
- Angulo, R. 2009. Fresa, *Fragaria ananassa*. Bayer CropScience S.A. Bogotá. 45 p.
- Aponte, O. y Mc Murtry, A. 1992. Mating behavior and reproductive mechanisms of *Amblyseius colimenis* Aponte & Mc Murtry (Acari: Phytoseiidae). *Boletín de Entomología Venezolana* 7(1): 1-12.
- Atakan, E. 2011. Population Densities and Distributions of the Western Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) and its Predatory Bug, *Orius niger* (Hemiptera: Anthocoridae), in Strawberry. *International Journal of Agricultural Biology*, 13: 638-644.
- Armer, C., Wiedenmann, N. y Bush, D. 1998. Plant feeding site selection on soybean by the facultatively phytophagous predator *Orius insidiosus*. *Entomology Experimentalis et Applicata*, 86: 109-118.
- Ashley, J. 2003. Toxicity of selected acaricides on *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae: Acari) and *Orius insidiosus* Say (Hemiptera: Anthocoridae) life stages and predation studies with *Orius insidiosus*. Thesis. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Avery, D. y Briggs, J. 1968. The aetiology and development of damage in young fruit trees infested with fruit tree red spider mite, *Panonychus ulmi* (Koch). *Annals of Applied Biology*, 61: 277-288.
- Baez, I., Reitz, S. y Funderburk, J. 2004. Predation by *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) on Life Stages and Species of *Frankliniella* Flower Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Pepper Flowers. *Environmental Entomology*, 33(3): 662-670.
- Barber, A., Campbell, C., Crane, H., Lilley, R. y Tregidga, E. 2003. Biocontrol of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on dwarf hops by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. *Biocontrol Science and Technology*, 13(3): 275-284.
- Bell, J.R.; D.A. Bohan; E.M. Shaw & G.S. Weyman. 2005. Ballooning dispersal using silk: world fauna, phylogenies, genetics and models. *Bulletin of Entomological Research*, 95: 69-114.
- Bolland, H., Gutiérrez, J. y Fletchmann, C. 1998. World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae). Koninklijke Brill NV, Leiden, NE, 392 p.

- Botto, E., Ceriani, S., López, S., Saini, E., Cédola, C., Segade, G. y Viscarret, M. 1997. Control biológico de plagas hortícolas en ambientes protegidos. La experiencia argentina hasta el presente. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 29: 83-98.
- Brandenburg, R. y Kennedy, G. 1987. Ecological and agricultural considerations in the management of twospotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). *Agricultural Zoology Reviews*, 2: 185-236.
- Brometán SRL. <http://www.brometan.com.ar/NewSite/uploads/docs/Protocolo%20Bio%20Control%20%20Pimiento.pdf> (última visita 2/9/2015).
- Bueno, V. 2005. Implementation of biological control in greenhouses in Latin America: how far are we? p: 531-537. *Proceedings of the 2° International Symposium on Biological Control of Arthropods*. Davos, Switzerland.
- Bueno, V. 2009. Control biológico de pragas. *Producao massal e controle de qualidade*. Lavras, Editora UFLA, 2da. Edición. 429 pp.
- Bueno, V., Mendes, S. y Mendes, L. 2006. Evaluation of rearing-method for the predator *Orius insidiosus*. *Departament of Entomology, Federal University of Lavras, Brasil. Bulletin of Insectology* 59 (1): 1-6
- Cáceres, S., Lenscak, M. y Verón, R. 2004. Liberaciones de *Encarsia formosa* para el control biológico de moscas blancas del complejo *Bemisia tabaci* en invernaderos hortícolas de Corrientes. XV Reunión de Comunicación Científica y Tecnológica, Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE. Argentina.
- Calvitti, M. 2000. Caratterizzazione biologica ed ecologica di due acari (*Tetranychus urticae* e *Phytoseiulus persimilis*) interagenti in alcuni ecosistemi agrari. *Inn-Bioagro Eco. Italia*, 44 p.
- Canlas, L., Amano, H., Ochiai, N. y Takeda, M. 2006. Biology and predation of the Japanese strain of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari:Phytoseiidae). *Systematic & Applied Acarology*. 11: 141-157.
- Carrizo, P. 1998a. Hospedaderas naturales para trips vectores de peste negra: propuesta de calificación de riesgo. *Boletín de sanidad Vegetal de Plagas*, 24: 155-166.
- Carrizo, P. 1998b. Eficiencia de capturas con trampas de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en el cultivo de pimiento en invernáculo y en malezas en el Gran La Plata. *Facultad de Agronomía. La Plata*, 103 (1): 1-10.
- Carrizo, P. y Klasman, R. 2002. Muestreo para el seguimiento poblacional de *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de *Dianthus caryophyllus* (Carlophyllaceae) em invernadero. *Entomotropica*, Vol. 17 (1): 7-14.
- Carvalho, A., Bueno, V., Pedroso, E., Kon, L., Diniz, A. y Silva R. 2006. Influence of Photoperiod on *Orius thyeses* Herring (Hemiptera:Anthocoridae) reproduction and longevity. *Neotropical Entomology*, 35 (4): 489-492.
- Carvalho, L., Bueno, V. y Castañe, C. 2010. Avallacao de substratos de oviposicao para *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera, Antocoridae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 54 (1): 115-119.
- Castagnoli, M. y Simoni, S. 1991. Influenza della temperatura sull' incremento delle popolozion idi *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari:Phytoseiidae). *Red para la Industria Agroalimentaria*, 74 (2): 621-640.
- Castagnoli, M. y Simoni, S. 2003. *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari Phytoseiidae): survey of biological and behavioral traits of a versatile predator. *Red para la Industria Agroalimentaria*, LXXXVI. 153 – 164 pp.

- Cerna Chávez, E., Landeros, J., Ochoa Fuentes, Y., Luna Ruiz, J., Vázquez Martínez, O. y Ventura López, O. 2009. Tolerancia del ácaro *Tetranychus urticae* Koch a cuatro acaricidas de diferente grupo toxicológico. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 44: 4-10.
- Cloyd, R., Galle, C. y Keith, S. 2006. Compatibility of three miticides with the predatory mites *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *HortScience*, 41: 707-710. [axcz](#)
- Colamarino, I., Curcio, C., Ocampo, F. y Torrandell, C. 2006. En la mesa de todos. *Revista alimentos argentinos* N°33. Dirección Nacional de Alimentos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Disponible en http://www.alimentosargentinos.gov.ar/03/revistas/r_33/articulos/mesa_todos.htm
- Cocuzza, G., De Clerc, P. y Van de Veire, M. 1997. Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. *Entomology Experimentalis et Applicata*, 82: 101-104.
- Coll, M., Shakya, S., Shouster, I., Nenner, Y. y Steinberg, S. 2007. Decision-making tools for *Frankliniella occidentalis* management in strawberry: consideration of target markets. *Entomology Experimentalis et Applicata*, 122: 59–67.
- Croft, B., Monetti, L. y Pratt, P. 1998. Comparative life histories and predation types: Are *Neoseiulus californicus* and *Neoseiulus fallacies* (Acari: Phytoseiidae) similar type II selective predators of spider mites? *Environmental Entomology*, 27(3): 531-538.
- De Angelis, J., Berry, R. y Krantz, G. 1983. Photosynthesis, leaf conductance, and leaf chlorophyll content in spider mite (Acari: Tetranychidae) injured peppermint leaves. *Journal of Environmental Entomology*, 12: 345-348.
- De Moraes, G., McMurtry, J., Denmark, H. y Campos, C. 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa*, 434: 1–494.
- De Santis, L. 1994. La presencia en la República Argentina del trips Californiano de las flores. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Buenos Aires, Argentina. 17 pp.
- Del Huerto, M. 2012. Frutillas. Producción Agroindustrial del NOA. *Revista informativa*. 58-59 pp. <http://www.grupoghia.com.ar> (última visita 4/7/2014).
- Demite, P., McMurtry, J. y De Moraes, G. 2014. Phytoseiidae Database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). *Zootaxa*, 3795 (5): 571–577.
- Demite, P., De Moraes, G. McMurtry, J., Denmark, H. y Castilho, R. 2015. Phytoseiidae Database. Available from: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae (última visita 08/09/2015)
- Devine, G., Barber, M. y Denholm, I. 2001. Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains of the twospotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science*, 57: 443-448.
- Espinosa, P., Fuentes, J., Contreras, P., Bielza, P. y Lacasa, A. 2002. Método de cría en masa de *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Universidad Politécnica de Cartagena. Centro de Investigación y Desarrollo Agrario. 28: 385-390.
- Eubanks, M. y Denno, R. 2000. Host plants mediate omnivore – herbivore interactions and influence prey suppression. *Ecology* 81: 865-875.

- Felipe, R. 2003. Tipificación del daño de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en plantas de pimentón cv. California Wonder. Trabajo de Grado. Barquisimeto, Estado Lara, VE, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), 33 p.
- Fernández, M. y San Miguel, A. 2007. La selección de dieta en los fitófagos. Conceptos, métodos e índices. Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Pastos, XXXVII (1), 5-47.
- Ferragut, F., Domínguez-Gento, A. y García-Mari, F. 1990. Distribución del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera): (Thripidae) y fitoseidos depredadores (Acari: Phytoseiidae) en plantas cultivadas y espontáneas de la provincia de Valencia. Phytoma España, abril, 41-45.
- Ferro, D. y Southwick, E. 1984. Microclimates of small arthropods: Estimating humidity within the leaf boundary layer. Journal of Environmental Entomology, 13: 926-929.
- Fraulo, A. y Liburd, O. 2007. Biological control of twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus*, in strawberries. Experimental and Applied Acarology, 43: 109-119.
- Funderburk, J., Staviski, J. y Olson, S. 2000. Predation of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in field pepper by *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthracoridae). Environmental Entomology, 29: 376-382.
- Funderburk, J. 2009. Control biológico de trips y su manejo integrado. Universidad de Florida. Florida Entomologist, 92 (1); 5pp.
- Gabarra, R. 2002. Control Integrado de moscas blancas y pulgones en cultivos de invernadero. Phytoma España 135: 84-86.
- García-Marí, F. y González-Zamora, J. 1999. Biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencia, Spain. Experimental and Applied Acarology, 23: 487-495.
- Georghiou, G. y Lagunes, A. 1991. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. FAO/ University of California, Riverside, California, USA, 31 p.
- Giaconi, V. y Escaff, M. 1998. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. Santiago, Chile, 337 p.
- González, J., García, F., Benages, E. y Orenga, S. 1992. Control biológico de trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en fresón. Entomología Agrícola, ETSIA. Universidad Politécnica, Camino de Vera. Boletín Sanidad Vegetal Plagas, 18: 265-288.
- González, R. 1971. Biología, ecología y control de la araña roja europea en manzanas y perales de Chile Central. Revista Peruana Entomología, 14: 56-65.
- González, R. 1999. El trips de California y otros tisanóptero de importancia hortofrutícola en Chile: (Thysanoptera: Thripidae). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Serie Ciencias Agronómicas, N°1. 149 pp.
- Greco, N., Liljesthröm, G., Gugole, M., Cluigt, N., Cingolani, M., Zembo, J. y Sánchez, N. 2011. Pest management plan for *Tetranychus urticae* based on the natural occurrence of *Neoseiulus californicus* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) in strawberry. International Journal of Pest Management, 57 (4): 299-308.
- Greco, N., Sánchez, N. y Liljesthröm, G. 2005. *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential control agent of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of pest/predator ratio on the pest abundance on strawberry. Experimental and Applied Acarology, 37: 57-66.

- Gugole Ottaviano, M. 2012. Manejo Integrado de la Plaga *Tetranychus urticae* (Acari : Tetranychidae) en cultivos de frutilla del cinturón hortícola Platense. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. 199 pp.
- Gugole Ottaviano, M., Sánchez, N., Roggiero, M. y Greco, N. 2013. Performance of *Tetranychus urticae* and *Neoseiulus californicus* on several strawberry cultivars. Effect of glandular and non-glandular trichomes. *Arthropod-Plant Interactions*, 7(5): 547-554.
- Hang, G., Kabet, C., Bravo, M., Larrañaga, G., Seibane, C., Ferraris, G., Otaño, M. y Blanco, V. 2010. Identificación de sistemas de producción hortícola en La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Bioagro*, 22(1): 81-86.
- Hart, A., Bale, J., Tullet, A., Worland, M. y Walters, K. 2002. Effects of temperature on the establishment potential of the predatory mite *Amblyseius californicus* McGregor (Acari:Phytoseiidae) in UK. *J. Insect Physiology*, 48: 593-599.
- Helle, N. y Sabelis, M. 1985. Spider Mites their biology, natural enemies and control. Vol. IB, Elsevier, Amsterdam, pp. 285-297.
- Henning, H., Krindges, A. y Scherf M. 2011. Guía práctica para el cultivo de frutilla en Misiones. AER INTA Puerto Rico. Planilla Técnica. 6 pp.
- Herron, G., Ropahail, J. y Wilson, L. 2004. Chlorfenapyr resistance in two- spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Australis cotton. *Experimental and Applied Acarology*, 34: 315-321.
- Holt, R. y Huxel, G. 2007. Alternative prey and the dynamics of intraguild predation: theoretical perspectives. *Ecology*, 88: 2706-2712.
- Huffaker, C., van de Vrie, M. y McMurtry, J. 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. II. Tetranychid population and their possible control by predators: an evaluation. *Hilgardia*, 40, 391-458.
- Janssen, A., Sabelis, M., Magalhaes, S., Montserrat, M y van der Hammen, T. 2007. Habitat structure affects intraguild predation. *Ecology*, 88: 2713-2719.
- Jolly, R. 2000. The predatory mite *Neoseiulus californicus*: its potential as a biological control agent for the fruit tree spider, *Panonychus ulmi*. The BCPC Conference at Brighton, Pest and Diseases 1, 487-490.
- Jervis, M. 2005. Insects as natural enemies: a practical perspective. Jervis M.A. (Ed.) Springer: Dordrecht.
- Joublan, J. y Vergara, M. 2003. Desarrollo vegetativo y productivo de la frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch), utilizando una cubierta de agrotexil de diferentes densidades. *Agro Sur*, 31 (1): 37-47.
- Khanjani, M. 2005. Field crop pests (Insects and Mites) in Iran. Hamadan, Iran, Bu-Ali Sina University Press, 258 p.
- Kiman, Z. y Yeargan, K. 1985. Development and reproduction of the predator *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) reared on diets, selected plant materials and arthropod prey. *Annals of the Entomological Society of America*, 78: 464-7.
- Konanz, S. y R. Nauen. 2004. Purification and partial characterization of a glutathione S-transferase from the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Pesticide and Biochemistry and Physiology*, 79: 49-57.
- Kogan, M. y Jepson, P. 2007. Ecology, sustainable development and IPM. In; Perspectives in ecological theory and integrated pest management, eds. M. Kogan y P. C. Topson. pp 1-44. Cambridge, UK. Cambridge University Press.
- Krebs, C.J. 1999. Ecological Methodology, Second Edition. Addison-Wesley Educational Publisher, Inc. Menlo Park, CA., 620 p.

- Lefebvre, M., Reguilón, C. y Kirschbaum, D. 2013. Evaluación del efecto de la liberación de *Orius insidiosus* (Hemiptera:Anthocoridae), como agente de control biológico de trips en el cultivo de frutilla. RIA 39 (3): 273-280.
- Lemos, F., Almeida Sarmiento, R., Pallini, A., Días R., Sabelis, M. y Janssen, A. 2010. Spider mite web mediates anti-predator behaviour. Experimental and Applied Acarology, 52: 1-10.
- Lundgren, J. 2009. Relationships of natural enemies and non-prey foods. North Central Agricultural Research Laboratory. USDA-ARS. Springer.
- Ma, W. y Laing, J. 1973, Biology, potential for increase and prey consumption of *Amblyseius chilenensis* (Dosse) (Acari: Phytoseiidae). Entomophaga, 18(1): 47-60.
- Madadi, H., Enkegaard, A., Brodsgaard, H., Kharrazi-Pakdel, A., Ashouri, A. y Mohaghegh-Neishabouri, J. 2009. Interaction between *Orius albidipennis* (Heteroptera: Anthocoridae) and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae): effects of host plans under microcosm condition. Biological Control, 50: 137-142.
- Magalhaes, S., Tudorache, C., Montserrat, M., van Mannen, R., Sabelis, M. y Janssen, A. 2004. Diet of intraguild predators affects antipredator behavior in intraguild prey. Behavioral Ecology, 16:364-370.
- Makoto, M., Tomotoshi, K., Shigeki, M. y Masami, T. 2005. Predation rate of *Neoseiulus californicus* (McGregor) on three species of greenhouse thrips. Kyushu Plant Protection Research, 51: 73-77.
- Manly, B., Miller, P. y Cook, M. 1972. Analysis of Selective Predation Experiment. The University of Chicago Press. American Society of Naturalists. The American Naturalist, Vol. 106. N°. 952. Pp. 719-736.
- Marcic, D., Mutavdzic, S., Medjo, I., Prijovic, M. y Percic, P. 2011. Field and greenhouse evaluation of spiroticlofen against *Panonychus ulmi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in Serbia. In: De Moraes y H. Proctor (Eds.), Acarology XIII: Proceedings of the International Congress, Zoosymposia, 6: 93-98.
- McMurtry, J. y Croft, N. 1997. Life-styles of phytoseiid mite and their roles I biological control. Annual Review of Entomology, 42, 291-321.
- Mendes, S. y Bueno, V. 2000. Biología de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) alimentado com *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae). Neotropical Entomology 30 (3): 428-428.
- Mendes, S., Bueno, V. y Carvalho, L. 2005. Adequabilidade de diferentes substratos a oviposicao do predador *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae). Neotropical Entomology, 34(3): 415-421.
- Miserendino, E. 2007. Frutillas: Implantación del cultivo bajo cubierta en Patagonia. Carpeta Técnica, Agricultura N° 12, Agosto 2007. EEA INTA Esquel.
- Miserendino, E. 2010. Posibilidades de Producción de frutillas en Bariloche. Horticultura. Agencia de Extensión Rural Bariloche. EEA INTA Bariloche, N° 55: 16-20 pp.
- Mitidieri, A. y Zembo, J. 2010. En el Cinturón Hortícola de Buenos Aires. Importancia del cultivar, el tipo y la calidad de la planta sobre la productividad de la frutilla. Intituto de Ingeniería Aplicada, XXI, 85-90.

- Molina, N., Gimenez, L. y Richieri, C. 2007. Economía del sector hortícola de corrientes. Producción frutillera regional y su relación con la oferta nacional y del mercosur. EEA Bella Vista INTA, Publicación técnica 22, ISSN 1515-9299.
- Mound, L. y Kibby, G. 1998. Thysanoptera, an identification guide. Centro for Agricultural Bioscience International, Second edition. 70 pp.
- Mound, L., Retana, A. y du Heaume, G. 1993. Claves ilustradas para las familias y los géneros Terebrantia (Insecta: Thysanoptera) de Costa Rica y Panamá. Revista Biología Tropical, 41 (3): 709-727.
- Naranjo, S. y Gibson, L. 1996. Phytophagy in predaceous Heteroptera: Effects on life history and population dynamics. In zoophytophagous Heteroptera: Implications for life history and integrated pest management. Ed. O. Alomard and R. W. Wiedenmann, 57-93 Lanham, MD, Thomas Say Publications in Entomology.
- Oatman, E., McMurtry, J., Gilstrap, F. y Voth, V. 1977. Effect of releases of *Amblyseius californicus* on the two spotted spider mite on strawberry in Southern California. Journal of Economic Entomology, 70, 638-640.
- Oatman, E., Badgley, M. y Platner, G. 1985. Predators of the two-spotted spider mite on strawberry. California Agriculture, 39(1-2): 9-12.
- Oku, K. 2008. Role of excreta in predator avoidance by the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae). European Journal of Entomology, 105: 619-623.
- Oliveira, H., Janssen, A., Pallini, A., Venzon, M., Fadini, M. y Duarte, M. 2007. A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Biological Control, 42: 105-109.
- Pantoja, D. 2009. Capacidad depredadora de *Orius insidiosus* (Say) sobre *Thrips tabaci* (Lindeman) en condiciones de laboratorio y en un cultivo de pepino bajo invernadero en Zamorano, Honduras. 20 pp.
- Parra, J. 1999. A biología de insectos para estudios con patógenos, In Controle Microbiano de Insetos. Ed. S.B. Alves, 1015-38. Piracicaba, Brazil: Fundación de Estudios Agrarios Luiz de Queiroz.
- Pimentel, D. y Greiner, A. 1997. Environmental and socio-economic costs of pesticide use, in D. Pimentel (ed.), Techniques for Reducing Pesticide Use: Environmental and Economic Benefits, Chichester, UK, John Wiley y Sons, pp. 51-78.
- Pimentel, D. 1988. Herbivore population feeding pressure on plant host: feedback evolution and host conservation. Oikos 53, 289-302.
- Ploper, D. 2013. Cultivo de frutilla: actividad comercial en la Argentina y Tucumán. Gastos de producción estimados en Tucumán, campaña 2012 y perspectivas para 2013. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes. Tucumán, Argentina. 7 pp.
- Polack, A., Del Pino, M., Silvestre, C. y Olariaga, I. 2008. Control biológico de plagas en pimiento bajo invernáculo ¿realidad o fantasía? XXXI Congreso de Horticultura. Mar del Plata, Argentina.
- Polis, G., Myers, C. y Holt, R. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation: potential competitors that eat each other. Annual review of ecology and systematics 20: 297-330.

- Polis, G. y Strong, D. 1996. Food web complexity and community dynamics. *Ambient Nature*, 147: 813-846.
- Polis, G. y Holt, R. 1992. Intraguild predation – the dynamics of complex trophic interactions. *Trends Ecology Evolution*, 7: 151-154.
- Price, J., Legard, D. y Chandler, C. 2000. Mite Resistance to abamectin on strawberry and strategies for resistance management. In: Hietaranta, T.; M.M. Linna; P. Palonen & P. Parikk (Eds). *Proceeding 4th International Strawberry Symposium. Acta Horticulturae*, 567: 683-685.
- Pritts, M. y Handley, D. 1999. The history and biology of the cultivated strawberry. In: *Strawberry production guide for Northeast, Midwest and Eastern Canada. Northeast Regional Agriculture Engineering Service. Cooperative Extension. New York, U.S.A.*, Pp. 3-12.
- Ragusa, S. y Ragusa, E. 1997. On some Phytoseiid Mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) from Styria (Austria). *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines*, 127: 137-145.
- Raymond, C. 2009. Western Flower Thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: have we reached an impasse?. *Pest Technology*, 3 (1), 1-9.
- Regev, S. y Cone, W. 1980. The monoterpene citronellol as a male sex attractant of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Journal of Environmental Entomology*, 9:50-52.
- Rizzieri, D., Dennehy, T. y Glover, T. 1988. Genetic analysis of Dicofol resistance in two populations of Twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from New York apple orchards. *Journal of Economic Entomology*, 81: 1271-1276.
- Rodhes, E. y Liburd, O. 2009. *Featured Creatures. Entomology & Nematology. University of Florida*, 4 pp.
- Rodríguez, J., García, F. y Ferragut, F. 1992. Actividad depredadora de varios ácaros fitoseidos sobre distintos estados de desarrollo del trips de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 18(1): 253-263.
- Rondon, S., Price, J., Liburd, O., Francis, R. y Cantliffe, D. 2004. *Neoseiulus californicus* McGregor: A Predatory Mite Species for Controlling Twospotted Spider Mites in Strawberries. *Horticultural Sciences Departament. University of Florida. HS1001*. 5 pp.
- Rosenhem, J. y Harmon, J. 1989. The influence of intraguild predation on the supression of a shared prey population: an empirical reassessment. Pp. 1-20. En: *Trophic and Guild Interactions in Biological Control*. Eds.: Brodeur & Bouvin. The Netherlands. 250p.
- Sadrás, V., Wilson, L. y Rally, D. 1998. Water deficit enhanced cotton resistance to spider mite herbivory. *Annals of Botany*, 81: 273-286.
- SAGARPA. 2005. Programa de Sanidad Vegetal. Celaya. 2 pp.
- Saini, E., Cervantes, V. y Alvarado, L. 2003. Efecto d ela dieta, la temperatura y hacinamiento, sobre la fecundidad, fertilidad y longevidad de *Orius insidiosus* (Say) (Heteroptera: Anthocoridae). *Revista Internacional Agropecuaria*, 32 (2): 21-32.
- Saito, Y. 1983. The concept of “life types” in Tetranychinae. An attempt of classify the spinning behaviour of Tetranychinae. *Acarologia*, 24: 377-391.
- Sances, F., Wyman, J. y Ting, F. 1979. Physiological responses to spider mite infestations on strawberries. *Journal of Environmental Entomology*, 8: 711-714.

- Seidán, F. 2014. Tucumán ocupa el tercer lugar en producción de frutillas en Argentina. Producción Agroindustrial del NOA. ISSN 1853-7650. 30-32 p.
- Shakya, S., Coll, M. y Weintraub, P. 2010. Incorporation of intraguild predation into a pest management decision – making tool: the case of thrips and two pollen-feeding predators in strawberry. *Journal Economic Entomology*, 103 (4): 1086-1093.
- SINAVIMO, Servicio Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas. *Frankliniella occidentalis*. <http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/frankliniella-occidentalis> (última consulta 29/09/2014).
- Skorupska, A. 2004. Resistance of apple cultivars to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae) Part II. Influence of leaf pubescence of selected apple cultivars on fecundity of two-spotted spider mite. *Journal of Plant Protection Research*, 44(1): 69-74.
- Snyder, W., Chang, G. y Prasad, R. 2005. Biodiversity and successful conservation biological control: is there a relationship?. Pp: 324-343. *In: Ecology of predator-prey interactions*, Barbosa y Castellano eds., Oxford University Press, Oxford.
- Stonneveld, T., Wainwright, H. y Labuschagne, L. 1996. Development of twospotted spider mite (Acari:Tetranychidae) populations on strawberry and raspberry cultivars. *Annals of Applied Biology*, 129: 405-413.
- Straub, C. y Snyder, W. 2006. Experimental approaches to understanding the relationship between predator biodiversity and biological control. Pp: 221-239. *En: Trophic and Guild Interactions in Biological Control*. Eds.: Brodeur and Bouvin. The Netherlands. 250p.
- Strong, W. y Croft, B. 1995. Inoculative release of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) into rapidly expanding canopy of hops for control of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Environmental Entomology*, 24(2): 446-453.
- Stumpf, N., Claus, P., Kraus, W., Moores, G. y Nauen, R. 2001. Resistance to organophosphates and biochemical genotyping of acetylcholinesterases in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide and Biochemistry and Physiology*, 69: 131- 142.
- Stumpf, N. y Nauen, R. 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide and Biochemistry and Physiology*, 72: 111-121.
- Sudzuki, F. 1992. Cultivo de frutales menores. Ed. Universitaria, Santiago, Chile. (2ª ed.), 194 p.
- Takematsu, A., Filho, A., de Souza Filho, M. y Sato, M. 1994. Sensibilidade de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) proveniente de roseira (*Rosa sp.*) de Holambra-SP a alguns acaricidas. *Revista de Agricultura (Piracicaba)*, 69(2): 129-137.
- Tanigoshi, L. y Davis, R. 1978. An ultrastructural study of *Tetranychus mcdanielli* feeding injury to the leaves of red delicious apple (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*, 4: 47-56.
- Thompson, J. 1998. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytofagous insects. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 43: 3-14.
- Toldi, M., Juarez, N., Damedá, C. y Majolo, F. 2013. Biology of *Neoseiulus californicus* feeding on two-spotted spider mite. *Biotemas*, 26 (2): 105-111.

- Van Baal, E., van Houten, Y., Hoogerbrugge, H. y Bolckmans, K. 2007. Side effect on thrips of the spider mite predator *Neoseiulus californicus*. R & D Entomology, Koppert Biological Systems. 18: 37-42.
- Van de Vrie, J., McMurtry, J. y Huffaker, C. 1972. Ecology of mites and their natural enemies. A review. III Biology, ecology, and pest status, and host plant relations of tetranychids. Hilgardia, 41: 354-432.
- van Lenteren, J. 2011. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. BioControl DOI 10.1007/s10526-011-9395-1. Published online 28 July 2008.
- Villegas-Elizalde, S., Rodríguez-Maciel, J., Anaya-Rosales, S., Sánchez-Arroyo, H., Hernández-Morales, J. y Bujanos-Muñiz, R. 2010. Resistencia a acaricidas en *Tetranychus urticae* (Koch) asociado al cultivo de fresa en Zamora, Michoacán. México. Agrociencia, 44: 75-81.
- Walsh, D., Zalom, F. y Shaw, D. 1998. Interaction of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) with yield of day-neutral strawberries in California. Journal Economic Entomology, 91: 678-685.
- Waite, M. 2012. New strategies to improve the efficiency of the biological control agent, *Orius insidiosus* (Say), in greenhouse ornamental crops. The University of Guelph. 134 pp.
- Wu, F., Guan, Z. y Whidden, A. 2012. Strawberry industry overview and outlook. University of Florida. 12 pp.
- Wyman, J., Oatman, E., Voth, V. 1979. Effects of varying twospotted spider mite infestation levels on strawberry yield. Journal of Economic Entomology, 72: 747-753.
- Xu, X., Borgemeister, C. y Poehling, H. 2006. Interaction in the biological control of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch by the predatory bug *Orius insidiosus* Say on beans. Biological Control, 36: 57-64.
- Zambrano, J. 2009. Evaluación de cuatro raciones de huevos de *Sitotroga cerealella* como alimento de ninfas de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera:Anthocoridae) y dos sustratos vegetales (*Ipomoea batata* y *Bidens pilosa*) para la oviposición de adultos en condiciones de laboratorio. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. 20 pp.
- Zalom, F., Shaw, D., Larson, K. y Thompson, P. 2007. El manejo de las arañas en la fresa. Comisión de la fresa Californiana. 6p.
- Zhang, Y., Lin, J. Zhang, Z., Saito, Y., y Ji, J. 2003. Studies on the life history of *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) feeding on *Aponychus corpusae* (Acari: Tetranychidae) . Systematic and Applied Acarology, 8, 67-74.